IMP. INST. ENTOM.
— LIBRARY —
No. 9147.

MP INST. ENT
LIBRARY
14 NOV 1946
RIAL
ARATE
Eu. 270
27: 579
28: 162
No. 1 rec'd 7 June 1939
Nos. 2-4 borrowed from
Imp. Ferr. Inst. 4/3/40

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
K. ESCHERICH
Dr. med. et phil., Dr. h. c., o. ö. Professor an der Universität München

SECHSUNDZWANZIGSTER BAND

MIT 295 ABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
1939

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/journal-of-applied-entomology_1939_26

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
K. ESCHERICH
Dr. med. et phil., Dr. h. c., o. ö. Professor an der Universität München

SECHSUNDZWANZIGSTER BAND

MIT 295 ABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
1939

ALLE RECHTE, AUCH DAS DER ÜBERSETZUNG, VORBEHALTEN · PRINTED IN GERMANY
DRUCK VON HERMANN BEYER & SÖHNE (BEYER & MANN) IN LANGENSALZA

Inhaltsverzeichnis zum sechsundzwanzigsten Band

I. Originalaufsätze

Seite

Claus, Dr. Arnold, Über weitere Prüfungen des Präparates Naaki als Kornkäferbekämpfungsmittel im Jahre 1938 165

Eichler, Wolfdietrich, Die Zucht von *Phlugiola dahlemica* Wd. Eichl. *(Orthopt. Tettigoniid.)*. (Mit 3 Abbildungen) 171

Fink, Erich v., Untersuchungen über die Lebensweise der Tachine *Parasetigena segregata Rond.* [=*Phorocera agilis R.-D.*] in der Rominter Heide (1935) sowie einige Beobachtungen über Schlupfwespen. (Mit 14 Abbildungen) . . . 104

Gäbler, Hellmuth, Das Eindringvermögen verschiedener Flüssigkeiten in die Tracheen und seine Folgen. (Mit 32 Abbildungen) 1

Götz, Bruno, Untersuchungen über die Wirkung des Sexualduftstoffes bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*. (Mit 6 Abbildungen) 143

Heikertinger, Franz, Exakte Mimikryforschung und angewandte Entomologie . 608

Jancke, O., und Nietzke, G., *Ceutorrhynchus suturalis* Fabr., ein wenig bekannter Zwiebelschädling. Mit 7 Abbildungen) 209

Kaufmann, Otto, Der Luzerneblattnager (*Phytonomus variabilis* Herbst.). I. Teil. (Mit 29 Abbildungen) 312

Kaufmann, Otto, Der Luzerneblattnager (*Phytonomus variabilis* Herbst.). II. Teil. (Mit 29 Abbildungen) 387

Lakon, Prof. Dr. Georg, Entomophthoraceen-Studien V—VI. (Mit 15 Textabbildungen) 517

Müller, Fritz P., Sterblichkeit und Wachstum der Kiefernspannerraupe bei Futter aus Reinbeständen und aus Mischwald. (Mit 2 Abbildungen, 1 Tabelle und 1 Kurve) 359

Niklas, Otto-Friedrich, Zum Massenwechsel der Tachine *Parasetigena segregata Rond.* (=*Phorocera agilis R.-D.)* in der Rominter Heide. (Mit 17 Abbildungen) 63

Nowicki, Światosław, Descriptions of new Genera and Species of the Family *Trichogrammidae (Hym. Chalcidoidea)* from the Palearctic Region, with notes — Supplement. (With 16 figures) 624

Oboussier, Henriette, Beiträge zur Biologie und Anatomie der Wohnungsmilben. (Mit 20 Abbildungen und 5 Tabellen) 253

Riggert, E., Untersuchungen über die Rübenblattwespe *Athalia colibri* Christ. (*A. spinarum* F.). (Mit 19 Abbildungen) 462

Schaerffenberg, Bruno, Untersuchungen über die Coleopteren- und Dipteren-Fauna des Weidebodens. 536

Schimitschek, Erwin, Über einige Schädlinge der Haselkulturen. (Mit 8 Abbildungen) 449

Schimitschek, Erwin, Die Massenvermehrung des *Ips sexdentatus* Börner im Gebiete der orientalischen Fichte. I. Teil. (Mit 33 Abbildungen) 545

Schwerdtfeger, Prof. Dr. F., Untersuchungen über die Wanderungen des Maikäfer-Engerlings (*Melolontha melolontha* L. und *Melolontha hippocastani* F.). (Mit 9 Abbildungen) 215

Seite

Staudenmayer, Th., und Stellwaag, F., Über die Wasserstoffionenkonzentration und das Pufferungsvermögen des Darmes von *Clysia ambiguella*, *Polychrosis botrana* und einigen anderen Insekten sowie ihres Futters. (Mit 7 Abbildungen) 589
Steiner, P., Bekämpfung von Spinnmilben durch Klebmittel. (Mit 2 Abbildungen) 180
Thalenhorst, Walter, Zur Biologie des Kiefernspannerparasiten *Ichneumon nigritarius* Grav. (Mit 6 Abbildungen) 185
Tóth, László, Über die Biologie der Blattlaus *Pemphigus spirothecae* Pass. (Mit 7 Abbildungen [10 Einzelbildern] und 1 Kurve) 297
Weber, Hermann, Beobachtungen über die Wirkung von *Empusa Weberi* Lakon auf die Larve von *Raphidia ophiopsis* L. (Mit 14 Abbildungen) 522

II. Verschiedenes

Phasenwechsel und Massenwechsel bei Wanderheuschrecken. Von Jost Franz . 664
Neues über die Blattschneiderameise. Von K. Escherich. 673
Elimination und Selektion. Von F. Pagast 676
Ein neues Kontaktstäubemittel („Nemotan") gegen Nonne (*Lymantria monacha* L.) und Kiefernspanner (*Bupalus piniarius* L.). Von Chr. Hofmann 679

III. Personalia

Karl Eckstein † 682
Ludwig Rhumbler † 682
Dr. Walther Horn † 683
Robert Lauterborn (70. Geburtstag) 689

IV. Referate

Einzelreferate 368

V. Neue Literatur

Eingesandte Literatur 377, 692

Autorenregister 698
Sachregister 702

Band XXVI, Heft 1

Originalaufsätze

(Aus dem Zoologischen Institut der Forstlichen Hochschule Tharandt.
Abt. der Technischen Hochschule Dresden und der Zoologischen Abteilung der Sächsischen Forstlichen Versuchsanstalt)

Das Eindringvermögen verschiedener Flüssigkeiten in die Tracheen und seine Folgen

Von

Hellmuth Gäbler

(Mit 32 Abbildungen)

Inhalt Seite

Einleitung 2
Literaturüberblick 4
Einleitende Betrachtungen über Bau und Funktion des Atemsystems der Insekten und Material und Methoden 6
I. Prüfung der Netzfähigkeit von Flüssigkeiten 12
II. Prüfung der Atemgiftwirkung der untersuchten Flüssigkeiten 19
III. Prüfung der Eindringfähigkeit von Flüssigkeiten in die Tracheen 21
1. Benetzung sämtlicher Stigmen 21
a) Abtötung in der Flüssigkeit 21
b) Eintauchverfahren 22
c) Rückenimbibition 23
2. Partielle Imbibition 25
3. Folgerungen aus den Versuchsergebnissen 28
IV. Bemerkungen zu einigen Spritzmitteln 33
V. Praktische Auswertungen 35
VI. Folgen der partiellen Imbibition 36
1a. Stigmenmißbildungen bei Schmetterlingen durch partielle Tracheenimbibition 37
1b. Stigmenmißbildungen bei Käfern durch partielle Imbibition 42
2. Vergleich mit Stigmenmißbildungen durch Stichverletzungen 46
3. Mißbildungen anderer Organe durch Tracheenimbibition 48
4. Verfärbungen 51
5a. Regenerationsvorgänge an Stigmen 52
5b. Regeneration anderer Organe 54
6. Theoretische Erörterungen 54
VII. Ergebnisse 59
Schriftenverzeichnis 60

Einleitung

In der vorliegenden Arbeit soll die Eindringfähigkeit einiger mehr oder weniger stark netzender Flüssigkeiten in das Tracheensystem verschiedener Insekten und die sich daraus ergebenden Folgeerscheinungen untersucht werden. Ergänzend sollen dann noch Versuche mit einigen Spritzmitteln erörtert werden, um deren Verhalten unter entsprechenden Umständen zu beobachten. Letztere Untersuchungen haben aber vorläufig nur orientierenden Charakter, da sie auf verhältnismäßig enger Basis ruhen und später noch weiter ausgebaut werden müssen.

Die in der Schädlingsbekämpfung angewandten Flüssigkeiten finden entweder als Spritzmittel oder Streichmittel Verwendung, oder die geschädigten Pflanzen oder Pflanzenteile werden direkt in dieselben hineingetaucht. Daß ferner in neuerer Zeit versucht worden ist, durch Einführen von Flüssigkeiten in die Leitbahnen der geschädigten Pflanzen, entweder durch die Wurzeln oder mittels Injektion in den Stamm, Pflanzenschädlinge zu bekämpfen, soll nur nebenbei erwähnt werden, da hierüber vorläufig nur verhältnismäßig wenig positive Ergebnisse vorliegen, und dieses Verfahren auch für die folgenden Versuche bedeutungslos ist. Jedenfalls ist alles, was bis jetzt auf diesem Gebiete empfohlen wird, mit äußerster Vorsicht zu betrachten. Wesentlich mehr interessieren uns dagegen die Flüssigkeiten, die zur Bekämpfung der im Holz lebenden Insekten dienen, weil hier, wie vielleicht nur in wenigen Fällen, die Eindringfähigkeit in kapillare Räume eine sehr große Bedeutung hat.

Während man Streichmittel mittels Pinsel auf bestimmte Stellen der Pflanzen (z. B. bei Blutlausbefall) mehr oder weniger stark auftragen kann, da man hier meist weniger Rücksicht auf die betreffende Pflanze nehmen muß, weil es sich größtenteils um verhältnismäßig unempfindlichere Pflanzen oder Pflanzenteile, wie Rinde oder Bäume in Winterruhe, handelt, muß beim Spritzmittel durch Zerstäuben eine möglichst feine und gleichmäßige Verteilung erreicht werden: um einesteils aus Sparsamkeitsrücksichten nur geringe Mengen des Mittels zu verbrauchen, und anderenteils Schädigungen der Pflanzen nach Möglichkeit zu vermeiden oder wenigstens auf ein Minimum zu beschränken. Das Verteilungsvermögen ist aber nur einer der Faktoren, die hierbei zu berücksichtigen sind. Die Wirksamkeit der Spritzmittel beruht außerdem noch auf verschiedenen anderen Eigenschaften. Man hat je nach Wirkungsweise auf tierische Organismen giftige und ungiftige Flüssigkeiten zu unterscheiden, die beide imstande sind, Tiere abzutöten. Inwieweit diese Einteilung zu Recht besteht, soll später untersucht werden. Für die letzteren ist auch die Bezeichnung „Erstickungsmittel" angewandt worden, die immerhin schon etwas mehr über die Wirkungsweise aussagt. Auch hierzu muß später (s. S. 31) nochmals Stellung genommen werden. Ferner ist für die Brauchbarkeit eines

Mittels außer seiner Giftwirkung auch noch die Fähigkeit, die Körperoberfläche der Schädlinge und der Pflanzen zu benetzen, von großer Bedeutung. Bei guter Benetzbarkeit wird aber nicht nur die Körperoberfläche von Flüssigkeit bedeckt und die Atemöffnungen überzogen, sondern das Mittel kann auch mehr oder weniger weit in die Tracheen des Tieres eindringen und auf diese Weise den Tod herbeiführen. Während die Stäubemittel vorwiegend als Fraß- und Berührungsgifte gegen Schädlinge mit beißenden Mundwerkzeugen Verwendung finden, werden die Spritzmittel außerdem gegen saugende Insekten (z. B. Blattläuse) angewandt, denen mit Fraßgiften nicht beizukommen ist, und die man deshalb nur mit Berührungsmitteln bekämpfen kann. Unter Berührungs- oder Kontaktmitteln versteht man bekanntlich Mittel, die bei Berührung der Körperoberfläche der Insekten das Tier mehr oder weniger rasch abtöten. Daß sich hierbei gerade unter den vorliegenden Gesichtspunkten noch weitere Unterscheidungen nötig machen, soll später noch erörtert werden. Ich will in dieser Arbeit an Hand verschiedener Flüssigkeiten untersuchen, wie es sich mit dem Eindringvermögen dieser Flüssigkeiten in die Tracheen verhält, und welche Folgen für das Tier daraus entstehen können. Es könnte eingewendet werden, daß es ja schon verschiedene Methoden gibt, mit denen man die Netzfähigkeit von Flüssigkeiten prüfen kann, und sich deshalb eine Untersuchung wie die vorliegende erübrigt. Im Laufe der Versuche wird sich aber zeigen, daß sich doch viele neue Gesichtspunkte ergeben und die Kenntnis der Netzfähigkeit einer Flüssigkeit allein für die Beurteilung ihrer Wirkungsweise gegenüber den verschiedensten Schädlingen nicht in allen Fällen ausreicht. Vor allem sollen die vorliegenden Untersuchungen nicht nur zeigen, wie rasch und auf welche Weise ein vollkommen benetztes Tier abstirbt, womit sich viele angewandte Arbeiten, wie z. B. die Zachersche über: „Öle, Fette und Seifen im Vorratsschutz", meist begnügen können, oder wie weit die Flüssigkeit unter verschiedenen Umständen in die Tracheen eindringt, sondern es soll auch beobachtet werden, welche Folgen ein Eindringen der Flüssigkeiten nur durch einige Stigmen haben kann. Da verschiedene Untersuchungen besonders in letzter Zeit gezeigt haben, daß auch bei den sogenannten Erstickungsmitteln ein einfaches Ersticken unwahrscheinlich ist, muß auch die Frage, ob hier eine Giftwirkung oder nur Erstickung vorliegt, nochmals von verschiedenen Seiten beleuchtet werden. Denn wenn es auch bei manchen Flüssigkeiten sicher ist, daß außer einer Erstickungswirkung die Ätzwirkung eine beträchtliche Rolle spielt, so ist es durch Zachers Versuche auch bei verschiedenen Flüssigkeiten, z. B. Paraffinum liquidum, deren abtötende Wirkung bisher ausschließlich auf Erstickung zurückgeführt wurde, wahrscheinlich gemacht worden, daß auch hier Vergiftungserscheinungen eine Rolle mit spielen. Um aber all diese Fragen eingehend erörtern zu können, muß auch der Bau und die Funktion des Tracheensystems und der Bau und die Schutzvorrichtungen der Stigmen

vorerst kurz gestreift werden, da ja letzten Endes die Kenntnis dieses Organsystems und seiner Schutzeinrichtungen uns die Mittel an die Hand gibt, die letzteren zu überwinden und somit eine erfolgreiche Bekämpfung mit netzenden Flüssigkeiten durchzuführen. Gerade in der Geschichte der Schädlingsbekämpfung ist es ja oft so gewesen, daß zuerst praktische Versuche durchgeführt wurden. Erst dann, nachdem diese Versuche einmal sehr guten Erfolg hatten, während sie im anderen Falle unter scheinbar den gleichen Bedingungen ohne ersichtlichen Grund versagten, brachte die nachträgliche, eingehende wissenschaftliche Bearbeitung von Teilfragen Klarheit in diese Rätsel und verhinhinderte weitere Mißerfolge. Die vorliegende Arbeit soll zeigen, daß das Tracheensystem zweifellos für die Schädlingsbekämpfung eine ebenso große Bedeutung hat, wie die Haut und der Darmkanal der Schädlinge.

Literaturüberblick

Die Benetzungsfähigkeit und ihre Prüfung wurde selbstverständlich, da sie ja für die Spritzmittelindustrie eine eminente Bedeutung hat, verschiedentlich erörtert, und zu ihrer Prüfung sind die verschiedensten Methoden ausgearbeitet worden. Es soll in diesem Zusammenhang in erster Linie auf die Arbeit von Trappmann (1926) hingewiesen werden, in der die zur Untersuchung der Netzfähigkeit von Spritzmitteln gebräuchlichen Methoden eingehend erörtert werden, und besonders auch auf die Tropfenmethode hingewiesen wird. Stellwaag (1924) hat dagegen die Messung des Randwinkels (Abb. 1) zur Feststellung der Benetzungsfähigkeit angewandt und einen besonderen Apparat dafür konstruiert. Die Methoden werden später (s. S. 12 ff.) noch näher besprochen werden. Des weiteren sei Trappmanns Buch „Schädlingsbekämpfung" in der Sammlung „Chemie und Technik der Gegenwart" erwähnt, in welchem er viele hier interessierende Literaturstellen zitiert, auf die zum größten Teil später noch eingegangen werden muß. Ferner hatte Zacher bereits 1927 in seinem Buch „Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung" gegen in Ritzen und Rissen sitzende Raupen unverdünntes Leinöl empfohlen. Er gibt außerdem 1933 in einer Abhandlung über Kornkäfer als Bekämpfungsmittel eine Reihe Pflanzenöle an und hat in der bereits erwähnten Arbeit Kornkäfer in verschiedene Öle Aceton und Wasser getaucht, die Tiere mit Fließpapier abgetrocknet und die Sterblichkeit

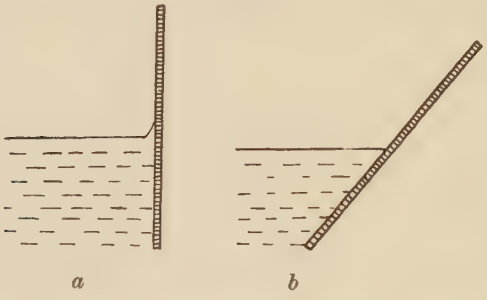


Abb. 1. *a* Feste Wand mit Randwinkel. *b* Ebene in Richtung des Randwinkels eingestellt (nach Stellwaag)

festgestellt. Dergleichen wurden bei *Caraussius morosus* Br. die Stigmen bzw. die Körperoberfläche benetzt und die Folgen beobachtet. Über die Wirkungsweise der Öle, Fette und Seifen auf Insekten sprechen sich Martini (1923), E. Bourcart (1925), M. Hollrung (1914), Siegler und Papnoe (1925) und endlich A. Carughie und Paoloni (1928) aus. Es muß später im Zusammenhang mit der Erstickungstheorie noch näher auf die Ansichten der soeben erwähnten Verfasser eingegangen werden, zumal Zacher in seiner letzten Arbeit, besonders nach den Versuchen mit den Stabheuschrecken, die Erstickung der Tiere nicht für wahrscheinlich hält, sondern ihr Absterben mit einem Durchdringen der Körperoberfläche durch Giftstoffe zu erklären versucht. Da seine wenigen Versuche nur orientierend waren, müßte diese Frage durch weitere Untersuchungen geklärt werden. Die Verstopfung der Tracheen wurden von Falck (1921) und in unserem Sinne besonders von Stober (1929) behandelt.

Über die direkte Wirkung partieller Imbibition[1]) der Tracheen bei weiterlebenden Insekten konnten im Schrifttum keinerlei Angaben gefunden werden. Auch über die weiteren Folgen partieller Imbibition, wie Mißbildungen von Organen, Verfärbungen usw., habe ich außer meiner eigenen Untersuchung (1934) in der Literatur keine Bemerkungen finden können. Mißbildungen von Stigmen, die auch, wie wir sehen werden, durch Flüssigkeitsimbibition hervorgerufen werden können, wurden von Staudinger (1930) auf operativem Wege erzielt, während Fühlermißbildungen wiederholt in der Natur beobachtet und gleichfalls operativ an verschiedenen Insektenformen erzeugt wurden (u. a. von mir bei Wanzen 1932 und 1934, siehe dort weitere Literaturnachweise). Mißbildungen anderer Körperteile (Flügel, Kopf, Halsschild u. a.) hat an Freilandexemplaren von Wanzen G. Müller (1926) beschrieben. An dieser Stelle soll nicht näher auf den Inhalt der hier aufgeführten Schriften eingegangen werden, da sich sonst bei den speziellen Kapiteln Wiederholungen kaum vermeiden ließen. Zur umfassenden Orientierung über Bau und Funktion von Stigmen und Tracheen sei auf das Schröder sche „Handbuch der Entomologie", das Weber sche „Lehrbuch der Entomologie" und auf das Winterstein sche „Handbuch der vergleichenden Physiologie" verwiesen. Ferner wird auf die Literaturangaben der erwähnten drei großen Werke und meiner früheren Arbeiten verwiesen. Einige speziellere Arbeiten, die hier nicht mit erwähnt werden können, werden bei den betreffenden Kapiteln innerhalb der Arbeit zitiert werden.

---

[1]) In meinen früheren Arbeiten 1934—36 habe ich in diesem Zusammenhang von Injektion gesprochen, möchte aber diesen Vorgang jetzt als Imbibition bezeichnen, da eine eigentliche Injektion nicht stattfindet.

Einleitende Betrachtungen über Bau und Funktion des Atemsystems der Insekten und Material und Methoden

Zur Erleichterung des Verständnisses der folgenden Versuche müssen wir uns erst eingehend mit dem Bau der Atemorgane der Insekten befassen. Bekanntlich besitzen die Insekten Tracheen, welche als röhrenförmige Luftkanäle meist den ganzen Körper bis in seine äußersten Gliedmaßenspitzen durchziehen und sich dabei immer feiner verästeln. Mit der Außenwelt stehen sie durch die Stigmen in Verbindung, welche in den meisten Körpersegmenten in je einem Paar an den Körperseiten liegen, entweder sichtbar, wie z. B. bei den Schmetterlingsarten, oder durch Flügeldecken verdeckt, wie bei vielen Käfern. Sie können in den Intersegmentalhäuten oder auch mehr oder weniger weit in der Mitte der Segmente gelegen sein. Auf ihren oft sehr komplizierten Bau soll weiter unter (S. 8) näher eingegangen werden.

Die Wände der Tracheen bestehen aus einer einschichtigen Zellage, der Matrix, die innen von einer Chitinauskleidung, der Intima, bedeckt wird, welche durch eine meist spiralige Versteifung das Kollabieren des Tracheenlumens verhindert, aber gleichzeitig eine leichte Beweglichkeit ermöglicht. Der Gasaustausch findet höchstwahrscheinlich überwiegend in den feinen spiralfadenlosen, oft Anastomosen bildenden Endkapillaren und in den Sternzellen, in denen die Kapillaren oftmals enden, statt. Bei allen höheren Insekten sind die einzelnen Stigmenbereiche durch Längs- und Queranastomosen miteinander verbunden, so daß bei Ausfall eines Stigmas eine Luftversorgung durch ein benachbartes stattfinden kann. Tracheenerweiterungen und Luftsäcke finden sich bei den fliegenden und wasserbewohnenden Insekten und Insektenlarven. Die Tracheen sind meist ungefärbt, so daß sie nur luftgefüllt durch ihren silbrigen Glanz gut sichtbar sind. Bei den im Wasser lebenden Insekten finden sich eventuell noch Hilfseinrichtungen, so z. B. Stigmenhörner (*Dipteren*larven) und schwanzähnliche Fortsätze am Hinterende (*Eristalis*, *Ptychoptera*, *Ranatra*), die es den Tieren ermöglichen, unter Wasser getaucht an der Oberfläche Luft zu entnehmen, und Luftreservoire innerhalb und außerhalb des Körpers in Gestalt von behaarten Körperteilen (Kolbenwasserkäfer) oder Hohlräumen z. B. unter den Flügeldecken (Gelbrand). Wasserinsekten haben auch oft Tracheen- und Blutkiemen, die uns hier weniger interessieren.

Die Tracheen leiten die Luft zu den sauerstoffverbrauchenden Geweben, und ihre Kapillaren umspannen diese und dringen in dieselben hinein. In welcher Weise die Ventilierung der Tracheen stattfindet, ist noch nicht überall restlos geklärt, soll auch im vorliegenden Falle nicht weiter erörtert werden.

Auch die Funktion der Luftsäcke ist noch umstritten, doch spricht viel dafür, daß es den Luftsäcken der Vögel analoge Organe sind.

denn wir finden sie meist bei besonders gut fliegenden Insekten z. B. Libellen, fliegenden Käferarten usw. Außerdem spricht für diese Ansicht das Fehlen dieser Einrichtung bei den flugunfähigen Weibchen der Glühwürmchen und von *Cheimatobia brumata* L., deren Männchen Luftsäcke besitzen. Diese dürften also wohl zur Herabsetzung des spezifischen Gewichtes und als Luftreservoir dienen. Ferner kommen zumindest Tracheenerweiterungen auch bei Insektenlarven vor, z. B. bei *Eristalis, Ptychoptera* usw. Wenn man ihnen auch hier noch eine gewisse Bedeutung als Luftreservoir und vielleicht teilweise auch als hydrostatischer Apparat zubilligen kann, so ist der Zweck der von mir bei den Raupen der Großen Wachsmotte festgestellten Tracheenerweiterungen nicht ganz einzusehen.

Werden nun luftatmende Insekten unter Wasser getaucht, so können sie meist noch längere Zeit am Leben bleiben, wenn sie auch nach einiger Zeit größtenteils ihre Bewegungen einstellen. Es ist dies erstens dadurch möglich, daß durch die Reuse der Stigmen das Wasser, das eine verhältnismäßig große Oberflächenspannung hat, am Eindringen in die Tracheen gehindert wird. Dieser Schutz verliert um so mehr an Bedeutung, je geringer die Oberflächenspannung, d. h. also je größer die Netzfähigkeit einer Flüssigkeit ist. Außerdem kann man an solchen in das Wasser getauchten Tieren sehen, daß die Körperoberfläche größtenteils nicht benetzt wird, und eine Luftschicht den Körper überzieht, die noch durch eine stärkere Behaarung des Körpers vermehrt werden kann. Bei einigen zeitweise oder dauernd unter Wasser lebenden, aber atmosphärische Luft atmenden Tieren, wie z. B. dem Kolbenwasserkäfer, wird dieses Prinzip bei der normalen Atmung unter Wasser angewandt. Das Tier nimmt in diesem Fall einen größeren Luftvorrat in der Bauchbehaarung mit, den es in weiten Zwischenräumen an der Oberfläche des Wassers mit Hilfe der Fühler erneuert. Die *Dytisciden* dagegen haben einen Luftvorrat unter den Flügeldecken, der gleichfalls von Zeit zu Zeit erneuert werden muß. Diese verhältnismäßig geringen O_2-Mengen dürften aber wohl kaum genügen, um ein zum Teil stunden- bis tagelanges Leben unter Wasser zu erklären. Versuche, die mit verschiedenen Insekten ausgeführt wurden, lassen es als ziemlich erwiesen erscheinen, daß außerdem ein Gasaustausch zwischen der den Körper teilweise bedeckenden Luftschicht und dem umgebenden Wasser stattfinden muß. So konnte von Hagemann *Corixa* in O_2-armen Wasser nur $2^1/_2$ Stunde am Leben erhalten werden, während dieselben Tiere in O_2-reichem Wasser erst nach 25 Stunden starben. Bei diesen Tieren mit dünner Körperbedeckung findet aber vielleicht auch ein O_2-Austausch durch die Körperoberfläche statt. Einfacher liegen die Verhältnisse bei vielen *Dipteren*larven (*Eristalis, Ptychoptera, Culex* u. a.), die ihre zum Teil am vorderen, zum Teil am hinteren Körperende befindlichen Stigmen zeitweise mit der Wasseroberfläche in Berührung bringen und auf diese

Weise amtosphärische Luft entnehmen. Dagegen sind die Tiere mit Tracheenkiemen wie z. B. Köcherfliegenlarven von der atmosphärischen Luft unabhängig und entnehmen den Sauerstoff direkt dem Wasser. Daß ein Teil der Wasserinsekten beide O_2-Quellen ausnutzen können, sei noch ergänzend erwähnt. So lassen sich wenigstens gewisse Arten von *Eristalis* lange Zeit auch ohne atmosphärischen Sauerstoff halten. Ob bei diesen Tieren die aus der Analöffnung ausstülpbaren Darmkiemen oder die Hautatmung die bedeutendere Rolle spielt, bleibe dabei unberücksichtigt.

Wenn wir das verschiedene Verhalten der Stigmen den in dieser Arbeit erprobten Flüssigkeiten gegenüber verstehen wollen, müssen wir sie uns auf ihren Bau hin betrachten.

Da die Tracheen einfache Einstülpungen der Körperoberfläche sind, deren Einstülpungsstellen die Stigmen darstellen, muß man sie sich primär als einfache Löcher vorstellen, die sich erst später mehr und mehr ihrer speziellen Funktion angepaßt haben. Sehr einfache Stigmen finden sich noch bei den *Sminthuriden*. Bei den meisten Stigmenformen sehen wir einen verschieden gestalteten Reusenapparat ausgebildet, der ein Eindringen von Fremdkörpern, Staubpartikelchen usw. verhindert. Derselbe wird bei den meisten Formen von einfachen oder mehr oder weniger verzweigten, unechten Borsten gebildet, die ich, trotzdem es sich um keine echten Borsten handelt, der Einfachheit halber als Borsten bezeichnen will, da dieser Ausdruck in der Stigmentliteratur weit verbreitet ist. In der Tiefe des Stigmas findet sich ein sehr wichtiger und verschieden kompliziert gebauter Apparat, der Tracheenverschlußapparat. So vielseitig gestaltet diese Apparatur auch ist, so wird durch sie doch stets ein Verschluß des Tracheeneinganges bewirkt, und somit der Luft der Eintritt in das Stigma unterbunden. Über die Vollkommenheit dieses Verschlusses gehen allerdings die Meinungen sehr weit auseinander. Diese Einrichtung bietet einesteils den Vorteil, daß dem Tiere dadurch die Möglichkeit gegeben wird, ihm unangenehmen und giftigen Stoffen, Gasen und, wie wir sehen werden, bis zu einem gewissen Grade auch Flüssigkeiten den Eintritt in die Tracheen zu verwehren, und anderenteils dürfte den Tieren durch diese Fähigkeit, die Luft innerhalb der Tracheen gegen die Außenwelt abzuschließen, überhaupt erst die Möglichkeit gegeben werden, die Luft in die inneren Tracheenteile hineinzupressen.

Der Verschlußmechanismus besteht im allgemeinen aus einigen Chitinteilen, die an Zahl und Form sehr unterschiedlich sein können, und einem oder mehreren Muskeln und elastischen Bändern, die in verschiedener Weise beim Verschluß des Stigmas zusammenwirken. Man ist sich noch keineswegs einig, ob die Stigmen im Normalfalle offen oder geschlossen sind. Im übrigen sei auf die entsprechenden Kapitel im Winterstein (1921) und Weber (1933) hingewiesen.

Außer den verhältnismäßig einfachen Stigmenformen gibt es aber auch noch stark abgeänderte Typen. Durch Hautduplikaturen (Stigmen-

platten) kann die eigentliche Stigmenöffnung bis auf einen röhrenförmigen oder meist $^2/_4$ kreisförmigen Spalt verschlossen werden, der Porta atrii genannt wird. Nun wird in manchen Fällen, z. B. bei Engerlingen ein Teil der Stigmenplatte durch Pfeiler gestützt, und diese markieren sich nach außen oft durch eine wabige Zeichnung. Die Stigmenplatte kann auch in mehrere Teile geteilt sein und zwei oder mehrere, nebeneinander liegende Spalten freilassen, wie wir es bei manchen Käferlarven (Larven von *Elateriden, Ampedus*) finden. Bei manchen Formen, z. B. bei den Thorakalstigmen verschiedener *Dipteren*larven wird das primäre Stigma verschlossen. Daneben entsteht auf einem stärker chitinisierten Feld eine größere Anzahl meist sehr kleiner rundlicher Poren. Dieses Porenfeld ist dann oft über die umgebende Oberfläche emporgehoben und kann zu einem sogenannten Stigmenhorn werden. Bis in jüngste Zeit wurde von den meisten Autoren angenommen, daß die Poren durch Membranen verschlossen seien, doch dürfte nach Alsterbergs und meinen eigenen Untersuchungen kein Zweifel mehr bestehen, daß es sich hier um richtige Öffnungen handelt. Es ist versucht worden, die Stigmenform für systematische Zwecke auszuwerten. Dies ist jedoch nur in beschränktem Umfang möglich, da viele Formen als Anpassung an die verschiedene Lebensweise aufzufassen sind.

Die Zahl und Lage der Stigmen am Körper ist sehr verschieden, und diese Verhältnisse wechseln bei den meisten Tieren während ihrer Entwicklung stark, so daß es oftmals, besonders am Thorax, keineswegs leicht ist, ein Imaginalstigma auf ein bestimmtes Larvenstigma zurückzuführen. Das Grundschema der Insekten, wie es F. E. Lehmann (1929) entworfen hat, trägt am Meso-, am Metathorax und am 1. bis 8. Abdominalsegment je ein Stigmenpaar. Während die Segmentzugehörigkeit der wenigstens bei den Imagines meistens vorhandenen beiden Thorakalstigmen von jeher sehr umstritten ist, worauf hier aber nicht näher eingegangen werden braucht, sind die Lageverhältnisse der Abdominalstigmen größtenteils viel klarer. Die Zahl der Stigmen kann besonders bei den Larven wesentlich reduziert sein. An Stelle jedes nicht entwickelten Stigmas findet sich aber meist eine Narbe, von der aus ein Narbenstrang zum Ende der zu ihr gehörigen Trachee läuft. Das Lumen des Narbenstrangs ist kollabiert. Bei der Häutung wird die Tracheenintima des betreffenden Segmentes durch die zugehörige Narbe herausgezogen. Während diese Narben z. B. bei *Dipteren*larven nur schwer zu erkennen sind, kann man das Narbenpaar des Metathorax einer älteren Schmetterlingsraupe, da sie etwas stärker chitinisiert und gebräunt ist, schon besser sehen, und diejenige des 8. Abdominalsegmentes ist so stigmenähnlich, daß sie oft schon als Stigma gerechnet worden ist.

Die Zahl der Stigmen kann nicht nur von der Larve zur Puppe und von dieser zur Imago sich ändern, sondern ebenso, wenn auch nur in beschränktem Umfang, von einem Larvenstadium zum anderen. So

haben, z. B. manche Dipterenlarven in ihrer Jugend keine Stigmenhörner am Vorderende, da dieselben erst in späteren Stadien auftreten; dafür haben in anderen Fällen Raupen Stigmen, die bei der Puppe nicht mehr auftreten.

Wie wir bereits sahen, finden sich an fast allen Stigmen Verschlußmechanismen, die imstande sind, die Tracheen unterhalb des Stigmas auf verschiedene Weise zu verschließen. Über ihre Funktionsweise herrschen in mancher Beziehung noch Unklarheiten, da eine Beobachtung am lebenden Tier auf beträchtliche Schwierigkeiten stößt. So ist es immer umstritten gewesen, ob die Stigmen normal geöffnet sind und nur ab und zu geschlossen werden oder umgekehrt. Leichter läßt sich entsprechend ihrem Bau schon entscheiden, ob sie durch Muskelzug geöffnet oder geschlossen werden, oder ob elastische Bänder oder Chitinteile dabei mitwirken. So vermutet Lyonet, daß die Stigmen der Raupen von *Cossus cossus* L. aktiv geöffnet würden und ihr Verschluß durch Elastizität erfolge. Dasselbe konnte ich bei den Thorakalstigmen der Imago von *Eristalis* nachweisen. Diese Verschlußeinrichtungen dienen einesteils zweifellos dazu, Gase und Flüssigkeiten am Eindringen in die Tracheen zu hindern. So werden die Öffnungen nach Rengger bei Raupen, die unter Wasser getaucht werden, geschlossen, und es war wohl auch das verschieden rasche Eindringen von Flüssigkeiten in die Tracheen bei den vorliegenden Versuchen größtenteils auf diesen Umstand zurückzuführen. Nicht überall liegen die Verhältnisse so. Ich konnte z. B. bei den Imagines von *Eristalis tenax* L. beobachten, daß die Verschlußlippen des zweiten Thorakalstigmas, wenn dasselbe mit Öl betupft wurde, sich ruhig im üblichen Rhythmus öffneten und schlossen. Ferner ist eine erst in einigen Einzelfällen untersuchte Frage, ob die Stigmen unabhängig voneinander geöffnet und geschlossen werden können. Schwabe hat dies bei *Acridiern* nachgewiesen. Ich glaube, daß auch das sehr verschieden rasche Eindringen von Flüssigkeiten bei Raupen durch die verschiedenen Stigmen eines Exemplares, das in eine Flüssigkeit getaucht wurde, in dieser Richtung gedeutet werden muß. Daß dies nicht etwa an der verschiedenen Größe des Stigmas bzw. der Larve lag, ersah man daraus, daß jedesmal durch andere Stigmen die Flüssigkeit zuerst eindrang. Eine andere nicht ganz unwichtige Frage ist die, ob alle Stigmen sowohl zum Einatmen als auch zum Ausatmen dienen, oder ob durch bestimmte Stigmen nur ein- durch andere nur ausgeatmet wird. Auch hierüber gehen die Meinungen noch weit auseinander. Es liegt dies erstens wohl daran, daß die experimentelle Untersuchung dieser Frage auf ziemliche Schwierigkeiten stößt, und außerdem die Verhältnisse bei den verschiedenen Insekten wahrscheinlich sehr verschieden sind. Schon Rathke beobachtete, daß gewisse Stigmen von *Acridium stridulum* nur zum Ausatmen dienen. Vielleicht kann man die oben erwähnte Tatsache, daß das zweite Thorakalstigma der *Eristalis*-Imago sich bei Benetzung mit Flüssigkeiten nicht schließt,

auch dahin deuten, daß an diesem Stigma nur Ausatmung erfolgt und somit die Gefahr des Eindringens von Flüssigkeiten nicht so groß ist. Einen Austritt von Luftblasen konnte ich allerdings nicht beobachten, trotzdem spricht für obige Ansicht noch ein weiterer Umstand. Nach allgemeiner Meinung bilden die verschieden geformten, oft verzweigten Borstenreihen, die meist in mehreren Schichten übereinander am Peritremrand des Stigmas sitzen und die Stigmenöffnung überdecken, eine Schutzvorrichtung, die das Eindringen von Fremdkörpern in die Trachee verhindern soll. Diese Aufgabe kann der Reusenapparat aber nur jederzeit erfüllen, wenn die Peritremränder feststehen, wie allgemein angenommen wird, und die Borsten somit stets die Stigmenöffnung überdecken. Dies ist nun offenbar nicht immer der Fall. So konnte ich z. B. bei dem soeben erwähnten zweiten Thorakalstigma der *Eristalis*-Imago leicht beobachten, daß beim Öffnen der Lippen des Verschlußmechanismus' auch die Peritremränder mit der Reusenvorrichtung auseinander gezogen wurden, und so die Stigmenöffnung vollkommen schutzlos daläg. Auch dies scheint mir dafür zu sprechen, daß an dieser Stelle nur die Ausatmung stattfindet, da dabei ja die Gefahr, daß Fremdkörper eindringen, geringer ist.

Außer diesem Schutz gegen das Eindringen von Flüssigkeiten, der, wie wir gerade an Hand der vorliegenden Versuche sehen werden, in vielen Fällen ein recht unvollständiger ist, soll nach Milne-Edwards auch ein Verschluß durch reizende Dämpfe erzielt werden. Dabei ist es wichtig, daß die Tiere in einer stärkeren Konzentration des Gases meist länger leben als in schwächerer, da die erstere einen sofortigen Verschluß der Stigmen hervorruft, während in der letzteren weiter geatmet wird, und somit eine raschere Vergiftung erfolgt, eine Tatsache, die bei der Insektenbekämpfung mittels Gases beachtet werden muß. Ferner besteht die Vermutung, daß bei der Ventilation der Tracheen und vielleicht auch bei der Füllung der Luftsäcke der Verschlußmechanismus durch zeitweiliges Verschließen bzw. Öffnen eine wichtige Rolle spielt; jedoch fehlen zur Klärung dieser Frage eingehende Untersuchungen.

Zu den Imbibitionsversuchen, welche die Eindringfähigkeit von Flüssigkeiten in die Tracheen näher klären sollten, wurden in der Hauptsache Imagines des Pappelblattkäfers *Melasoma tremulae* F., die gerade in großen Mengen zur Verfügung standen, und in einigen Fällen Raupen und Puppen der Kleinen Wachsmotte *Achroea grisella* F. und endlich zu Vergleichszwecken einige andere Insekten verwendet. Wenn ich mir auch darüber klar war, daß Pappelblattkäfer aus verschiedenen noch zu erörternden Gründen nicht sehr günstige Versuchstiere waren, so mußte im vorliegenden Falle ein Objekt verwendet werden, das in größerer Menge über einen längeren Zeitraum mühelos zu erhalten war. Für die partielle Imbibition wurden zwar auch in beschränktem Umfang Larven und Puppen von *Melasoma* verwandt, in der Hauptsache aber Raupen und Puppen

der Kleinen Wachsmotte, die sich schon bei früheren Untersuchungen sehr gut bewährt hatte und durch ihre bequeme Haltungsweise sich ideal zum Versuchstier eignete. Ihre durchsichtige Haut gestattete außerdem eine Beobachtung der Vorgänge in den Tracheen am lebenden Tier. Sie wurden in mit Gaze zugebundenen Joghurtgläsern oder in Petrischalen gehalten und ihnen alte Bienenwaben als Futter gereicht. Ferner fanden auch Kieferneulenraupen, *Pentatomiden*larven, Raupen und Puppen des Kleinen Fuchses, *Vanessa urticae* L., und Raupen des Seidenspinners Verwendung. Die einzelnen Methoden zur Prüfung der Netzfähigkeit von Flüssigkeiten und zur Imbibition der Tracheen sollen der leichteren Übersichtlichkeit halber am Anfang der zuständigen Kapitel behandelt werden.

I. Prüfung der Netzfähigkeit von Flüssigkeiten

Bevor hier auf die Versuche über das Eindringvermögen verschiedener Flüssigkeiten in Tracheen näher eingegangen wird, sollen erst noch kurz die bisher zur Prüfung der Benetzungsfähigkeit üblichen Methoden erörtert werden. Eine einwandfreie Prüfung dieser Eigenschaft ist nicht ganz einfach. Von der ursprünglichen Beobachtung über das Verhalten eines Mittels auf der bespritzten Pflanze wurde zur Prüfung dieses Verhaltens gegenüber bestimmten Pflanzenblättern übergegangen, die besonders schlecht benetzbar waren (Kohlblätter), oder es wurden besondere Testplatten hergestellt. Als diese verhältnismäßig primitiven Methoden nicht mehr ausreichten, da damit nur beträchtlichere Unterschiede festgestellt werden konnten, während geringe Unterschiede unberücksichtigt blieben, wurden in anderen Wissenschaftszweigen bereits übliche Methoden für die vorliegenden Zwecke ausgebaut. Weil die Benetzungsfähigkeit einer Flüssigkeit in erster Linie von ihrer Oberflächenspannung abhängt, kamen alle für deren Bestimmung üblichen Methoden in Frage. Da also die Oberflächenspannung der zu prüfenden Flüssigkeit für die Benetzungsfähigkeit von ausschlaggebender Bedeutung ist, da sie sehr verschieden sein kann und hierdurch die Verschiedenheit der Benetzung bedingt ist, kann man durch die Bestimmung der Oberflächenspannung einen Maßstab für die Benetzungsfähigkeit erhalten. Die Flüssigkeiten benetzen um so besser, je kleiner die Oberflächenspannung ist.

Man kann nun den Randwinkel, den die zu prüfende Flüssigkeit mit einer senkrecht stehenden Wand bildet (Abb. 1a), bestimmen. Je kleiner dieser Winkel ist, je weiter also die Flüssigkeit an einer senkrechten Wand emporsteigt, um so besser benetzt dieselbe. Der Winkel ist demnach hier kleiner als 90°, während er bei schlecht netzenden sogar größer als 90° werden kann; die Flüssigkeitsoberfläche ist dann konvex gekrümmt. Zur Bestimmung des Randwinkels benutzte Stellwaag eine von Sulman, Bosanquet und Hartley eingeführte Methode, bei der die ursprünglich senkrechte Ebene so lange um eine

horizontal in ihr verlaufende Achse gedreht wird, bis die Flüssigkeitsoberfläche an der Stelle, an der sie die Achse schneidet, waagerecht liegt (Abb. 1 b). Er konstruierte dazu eine besondere Apparatur, in die er Blätter, Insekten usw. einspannte und so die Netzfähigkeit der Flüssigkeit diesen Objekten, welche ja in der Praxis die Hauptrolle spielen, gegenüber feststellte, und so konnte er den Randwinkel direkt ablesen. Da bei dieser Methode sowohl die Oberflächenspannung der Flüssigkeit als auch diejenige des festen Körpers berücksichtigt wird, wäre sie sehr brauchbar, wenn ihr nicht, wie Trappmann betont, auch eine Reihe von Fehlern und Ungenauigkeiten anhaften würden. Trotzdem ist es aber sehr wertvoll, daß Stellwaag mit dieser Methode die Benetzbarkeit von Tieren und Pflanzenteilen unter den verschiedensten Umständen bestimmt hat. Er erhielt dabei für ein und dieselbe Flüssigkeit selbstverständlich die verchiedensten Werte je nach dem Objekt, das er als „feste Oberfläche" verwendete. Im allgemeinen genügt es natürlich, wenn jedes Mittel nur gegen eine gleichbleibende Unterlage, z. B. Glas geprüft wird, doch sind in vieler Hinsicht die Stellwaagschen Ergebnisse sehr aufschlußreich und von großem Interesse. Diese Stellwaagsche Methode ergab natürlich ein ähnlich vielgestaltiges Bild, wie wir es auch bei den vorliegenden Versuchen finden werden.

Außer dieser Methode der Messung der Oberflächenkrümmung, ist ferner die Steighöhenmessungsmethode zur Bestimmung der Netzfähigkeit angewendet worden, und zwar zuerst von Lovett. Es wird hierbei die Höhe bestimmt, die eine Flüssigkeit in einer Kapillare erreicht. Die dabei nötige, peinlichste Reinigung der Kapillaren macht allerdings Schwierigkeiten. Da hier ähnliche kapillare Kräfte wirken wie bei unseren Tracheenuntersuchungen, wäre für unsere Zwecke diese Methode zum Vergleichsversuch vielleicht besonders geeignet. Ich habe mich aber trotzdem entschlossen, die im folgenden zu erwähnende Methode anzuwenden. L. B. Smith hat die sogenannte Tropfenzählmethode eingeführt, die von Trappmann wieder aufgegriffen und neu erprobt worden ist. Es zeigt sich nämlich, daß die Benetzungsfähigkeit um so größer ist, je größer die Tropfenzahl einer bestimmten Raumeinheit ist. Zu den Versuchen benutzte Trappmann ein Stalagmometer nach J. Traube mit einer kreisrunden Abtropffläche, das sich bei gebotener Vorsicht nach Angabe dieses Autors, gut bewährte.

Die im vorliegenden Falle verwendeten Flüssigkeiten wurden zuerst mit der gleichfalls von Trappmann angewandten Testplattenmethode geprüft. Es wurden Kartonstücken in eine Lösung von 20 Gewichtsprozent Paraffin (Schmelzpunkt 58—60 °) in Chloroform getaucht und nach Abtropfen getrocknet. Diese Testplatten, die ich hier entsprechend ihrer wirksamen Oberfläche Paraffinplatten nennen will, wurden in die zu prüfenden Flüssigkeiten getaucht und beobachtet, inwieweit letztere die Kartonstücken nach dem Herausziehen benetzten.

Dabei bildeten einige einen zusammenhängenden feuchten Überzug, andere rollten sofort in Tropfen herab und diejenigen von mittlerer Netzfähigkeit bildeten unzusammenhängende feuchte Bezirke. Zu den sehr stark netzenden Flüssigkeiten gehörten u. a. Dekalit A, S und extra, Cuprex, das Ulmensplintkäfermittel, Parasitol II, das Anobiumpräparat 1prozent. Incidin, Lymax Hiag, Floraevit, Terpentinöl, Flit, Chrysanthol, Alkohol absol. Gleichfalls sehr stark wirkten Paraffinum liquidum, Rizinusöl, Olivenöl und Spruzit, sie waren aber sehr zäh und bildeten eine dicke Schicht. Stark netzte 25prozent. Kernseifenlösung und Brennspiritus, etwas weniger Xylamon Spezial Natur, dagegen schlecht Dekalit S 10prozent. und sehr schwach Vomasol (hierzu sei ferner auf die Tabelle 1 verwiesen). Die hier erwähnten Mittel wurden, soweit nichts gegenteiliges bemerkt ist, in unverdünnter Form, wie sie vom Hersteller geliefert wurden, geprüft. Da die meisten der folgenden Versuche mit Imagines von *Melasoma tremulae* F. ausgeführt wurden, wurde nun noch die Netzfähigkeit der zu erprobenden Mittel gegenüber den Flügeldecken dieser Käfer geprüft. Bei der Überwachung dieser Versuche leistete ein Binokular gute Dienste. Wenn die hierbei erhaltenen Ergebnisse auch weitgehend mit denjenigen der Paraffinplattenmethode übereinstimmten, so zeigten sich doch vereinzelt wider Erwarten Unterschiede. Offenbar reagiert die Flügeldeckenoberfläche manchen Flüssigkeiten gegenüber doch anders als die Paraffinschicht der Kartons. Jedenfalls ließ sich mit der Flügeldeckenmethode immerhin eine etwas feinere Unterscheidung erzielen. So benetzten eine Reihe von Mitteln, die bei der Paraffinplattenmethode unter die Rubrik „sehr stark netzende" fielen, die Flügeldecken nur mittelmäßig. Hierzu gehörten Dekalit extra, Parasitol II, Incidin, Floraevit, Rizinusöl und Brennspiritus. Dekalit A konnte höchstens als „stark netzend" bezeichnet werden. Xylamon Spezial Natur, das sich allerdings schon bei der ersten Prüfung als „etwas weniger stark netzend" erwiesen hatte, war hier als „schwach netzend" zu bezeichnen. Auch hier sind weitere Ergebnisse aus der Tabelle 1 zu ersehen. Wenn wir auch aus dem Verhalten der Flüssigkeiten gegenüber den Flügeldecken noch nicht auf ihre Eindringfähigkeit in die Tracheen schließen können, so zeigen diese Versuche doch, daß wir die Ergebnisse der verschiedenen Prüfungsmethoden nicht immer verallgemeinern dürfen. Wie wir sahen, lassen sich mit Hilfe der Paraffinplattenmethode feinere Unterschiede, die aber für die praktische Anwendbarkeit noch von großer Bedeutung sind, nicht feststellen. Dazu kommt, daß diese Methode bei Mitteln mit großer Viskosität (Ölen) für unsere Zwecke nicht brauchbar ist. Wir müssen deshalb noch weitere Methoden anwenden. Für diese Versuche wurden aus der ungeheuer großen Zahl der in Frage kommenden Mittel willkürlich eine Anzahl ausgewählt. Bei der außerdem angewandten Tropfenmethode wurde ein Stalagmometer (nach J. Traube[1]),

[1]) Für dessen Überlassung Herrn Prof. Dr. Wienhaus, Institut für Pflanzenchemie und Holzforschung Tharandt auch hierdurch nochmals herzlichst gedankt sei.

Tabelle 1

Übersicht über die Ergebnisse der Imbibition, geordnet nach der Netzfähigkeit gegenüber den Paraffinplatten

Zeichenerklärungen. Zu I—V: Die Intensität der Netzfähigkeit sei mit + mit folgender Bedeutung angegeben: + + + = sehr kräftig, + + = kräftig bis sehr kräftig, + = kräftig, o o o = weniger kräftig, o o = gering, o = sehr gering, ⊖ = nicht. — Zu VI: + + + = Tracheen inkl. der Thoraxkapillaren gefüllt, + + = nur einige Kapillaren nicht gefüllt, + = feinere Tracheen nicht gefüllt, o o o = Dorsaläste nur z. T. gefüllt, kleinere nicht gefüllt, o o = nur Längstrachee gefüllt, o = nur ein Stück der Längstrachee gefüllt, ∼∼ = innere Organe stark geschrumpft, ∼ = innere Organe geschrumpft.

Mittel	I. Netzfähigkeit gegenüber Paraffinplatten	II. Netzfähigkeit gegenüber den Flügeldecken des Pappelblattkäfers	III. Eindringfähigkeit d. Flüssigkeiten bei Bedeckung des Rückens von Pappelblattkäfern	IV. Zeitdauer bis zum Tod bei Untertauchen der Pappelblattkäfer in Min. und Sek.	V. Eindringfähigkeit der Flüssigkeiten bei partieller Imbibition	VI. Eindringtiefe der Flüssigkeiten in Tracheen der Pappelblattkäfer nach 22 Stunden
Alkohol absolut	+ + +	+	+ — o o o	1′ 10″—1′ 20″	+ + +	—
Anobiumpräparat 1 prozent.	+ + +	+ + +	+ +	30″	o o o	+ + +
Chrysanthol	+ + +	+ — o o o	⊖	2′—3′	+ — o o o	+ + ∼
Cuprex	+ + +	+ + +	z. T. + + u. ⊖	1′ 55″—2′ 20″	+ + +	+ + +
Dekalit A	+ + +	+	+ — o o o	1′ 30″	—	+ ∼ ∼
Dekalit extra	+ + +	o o o	o	3′	—	+
Dekalit S	+ + +	o o o	o	1′ 20″—2′ 40″	+ + +	+ +
Flit	+ + +	+ + +	+ + +	1′ 15″	—	+ + +
Lymax Hiag	+ + +	+ + +	+ +	2′—2′ 30″	—	+ + +
Paraffinum liquidum	+ + +	+ + +	o o	2″—6″	—	o o
Parasitol II	+ + +	o o o	o	3′	—	o ∼
Rizinusöl	+ + +	o o o	⊖	3′ 10″—7′	—	o o
Spruzit	+ + +	+ + +	o o	2′ 30″—3′	o o	+ ∼ ∼
Terpentinöl	+ + +	+ + +	+ + +	1′ 30″—1′ 40″	—	+ + +
Ulmensplintkäfermittel	+ + +	+ + +	+ + +	1′—2′ 10″	+ + +	+ + +
Brennspiritus	+ +	o o o	+ — o	4′—5′ 30″	+ + +	—
Floraevit	+ +	o o o	o	8′—9′	+ — o o o	o o
Incidin	+ +	o o o	+ — o o o	3′—7′	+ + +	+ + +
Seife 25 prozent.	+ — + +	o o o	o	50″—4′ 30″	+ — o o o	o o
Xylamon Spez. Nat.	o o o	o o	o	2′—3′ 30″	—	+ +
Dekalit S 10 prozent.	o o	o o	o	8′—10′	—	+ +
Vomasol	o	o	o	6′—8′ 30″	—	o

wie es zu diesem Zwecke bereits von Trappmann mit gutem Erfolg verwendet wurde, benutzt. Dieser Apparat besteht aus einem in der Mitte kugelig aufgetriebenen Glasrohr, an dem zwei Skalen angebracht sind, je eine über und eine unter der Kugel. Hätte nun die Flüssigkeit keine Oberflächenspannung, so würde sie kontinuierlich ausströmen. So aber bilden sich Tropfen, die um so größer sind, je größer die Oberflächenspannung ist; also ist diese um so größer je geringer die Tropfenzahl der festgesetzten Flüssigkeitsmenge ist. Die Tropfenzahl, die sich beim Auslaufen der zwischen zwei bestimmten Teilstrichen dieser Skalen befindlichen Flüssigkeitsmenge bildet, wird bestimmt und die Auslaufszeit mittels Stoppuhr genau gemessen. Durch ein in das Stalagmometer eingebautes Kapillarrohrstück wird ein möglichst langsames Ausfließen der Flüssigkeit erreicht. Der Apparat muß genau senkrecht in ein Stativ geklemmt und vor Erschütterungen und Luftzug geschützt werden, um ein gleichmäßiges Abtropfen zu gewährleisten. Desgleichen dürfen sich keine Luftblasen im Rohr oder im Tropfen befinden, und die kreisrunde Abtropffläche muß stets peinlich sauber sein. Der Einfluß der Temperatur auf die Tropfenzahl ist so gering, daß die vorliegenden Versuche, die bei Zimmertemperatur durchgeführt wurden, alle vergleichbar sind, ohne die genaue Temperatur berücksichtigen zu müssen. Eigentlich sollen sich in der Minute nicht mehr als 20 Tropfen bilden, da die Schnelligkeit des Flüssigkeitsaustritts gleichfalls von Einfluß auf die Tropfengröße ist. Da aber die zu prüfenden Flüssigkeiten in bezug auf ihre Ausflußgeschwindigkeit sehr unterschiedlich waren, konnte diese Forderung leider nicht erfüllt werden. Bei den Ergebnissen ist zu berücksichtigen, daß die Tropfenzahl bei langsamen Ausfließen meist größer ist als bei schnellem. Doch ist auch hier die Fehlerquelle nicht allzu groß. Die Ausflußzeit hängt von der inneren Reibung ab. So hat von den Versuchsmitteln z. B. das Anobiumpräparat von Riedel und de Haen 1prozent. eine sehr geringe, Spruzit eine sehr große innere Reibung (s. Tabelle 1). Wie ein Blick auf die Tabelle 1 zeigt, sind die Tropfenzahlen recht unterschiedlich, so daß man hier eine viel größere Staffelung findet als bei der Paraffinplattenmethode. Man muß sich aber bei Beurteilung der Ergebnisse stets im klaren sein, daß auch dieser Methode allerhand Fehlerquellen anhaften, die Trappmann eingehend erörtert hat, doch gestattet sie immerhin eine viel feinere Unterscheidung als die Paraffinplattenmethode und dürfte für unsere Vergleichszwecke vollkommen ausreichen.

Die verwendeten Handelsmittel wurden bezogen von:

Anobiumpräparat 1prozent.: I. D. Riedel & E. de Haen, A. G., Berlin.
Chrysanthol: Pflanzenschutzgesellschaft m. b. H., Hamburg.
Cuprex: E. Merck, Darmstadt.
Dekalit A, S und extra: Deutsche Hydrierwerke, Rodleben, Post Roßlau (Anhalt).
Floraevit: F. Schacht, G. m. b. H., Braunschweig.
Flit: Deutsch-Amerikanische Petroleumgesellschaft, Hamburg.

Incidin: Chem. Institut der Forstlichen Hochschule, Hann.-Münden.
Lymax Hiag: Hiag-Verein, Holzverkohlungsindustrie, G. m. b. H., Oeventrop (Westf.).
Parasitol II: F. Schacht, G. m. b. H., Braunschweig.
Spruzit: W. Neudorff & Co., Elberfeld.
Vomasol: Voma, Chem. Werk, G. m. b. H., Ahlfeld a. d. Leine.
Xylamon Natur Spezial: Konsolidierte Alkaliwerke, Westeregeln.

Vorausgeschickt muß hier werden, daß es sich bei den geprüften Mitteln in vielen Fällen um Handelsmittel unbekannter Zusammensetzung handelt, denn selbst in den Fällen, in denen die Giftbestandteile bekannt waren, fehlte naturgemäß eine Kenntnis der Bestandteile, welche die Netzfähigkeit im wesentlichen bedingen.

Die Versuche ergaben die größte Tropfenzahl (145), also geringste Oberflächenspannung, bei dem Anobiumpräparat 1prozent. und eine sehr gute (112) für Dekalit S. Die nächsten Mittel waren von diesem Standpunkte aus Spruzit (103) und Chrysanthol (100), dann folgten Dekalit extra (97), Alkohol absol. und Parasitol II (96), Brenn-

Tabelle 2

Mittels der Tropfenmethode geprüfte Mittel, gruppiert nach der Tropfenzahl

Name der Mittel	Tropfenzahl einer bestimmten Flüssigkeitsmenge	Ausflußdauer dieser Flüssigkeitsmenge in Minuten u. Sekunden
Anobiumpräparat 1 prozent.	146	1' 40"
Dekalit S[1]	112	45' 18"
Spruzit[1]	103	24' —
Chrysanthol	100	15' 15"
Dekalit extra	97	34' 2"
Alkohol absolut	96	3' 1"
Parasitol II	96	26' 46"
Brennspiritus	93	3' 29"
Terpentin	91	9' 27"
Lymax Hiag	90	5' 51"
Incidin	87	3' 2,6"
Xylamon	87	6' 18"
Ulmensplintkäfermittel	86	4' 45"
Floraevit	85	6' 50"
Flit	83	6' 58"
Dekalit A[1]	77,5	18' 21"
Cuprex[1]	68	30' 50"
Vomasol	68	16' 25"
Wasser	36	2' 8"

[1]) Hiervon wurden nur kleinere Mengen geprüft und das Ergebnis errechnet, deshalb sind diese Zahlen event. etwas ungenauer als die übrigen Angaben.

spiritus (93), Terpentin (91), Lymax Hiag (90), Xylamon (87,5), Incidin (87), Floraevit (85), Flit (83), Dekalit A (77,5) und als schwächstes Cuprex und Vomasol mit 68 Tropfen. Im wesentlichen stimmt dieses Ergebnis auch mit der Netzbarkeit gegenüber den Paraffinplatten und den Käferflügeln überein, wobei die letzteren, wie schon erwähnt, eine genauere Unterscheidung ermöglichten. Allerdings wurden die Paraffinplatten und Käferflügel auch von Mitteln mit großer Oberflächenspannung stark benetzt, sofern diese eine große innere Reibung besaßen. Im Vergleich zu obigen Ergebnissen ergab Tharandter Wasserleitungswasser nur 36 Tropfen, man sieht daraus, daß die Netzfähigkeit der untersuchten Mittel in allen Fällen weit über derjenigen des Wassers lag.

Wenn nun auch für viele Zwecke bei der Prüfung von Spritzmitteln eine Feststellung der relativen Oberflächenspannung zur Beurteilung ausreichen dürfte, so muß im vorliegenden Fall bei dem das Eindringen der Flüssigkeiten in die Tracheen untersucht werden soll, auch die Viskosität berücksichtigt werden. Da wir es bei den Tracheen mit Kapillaren zu tun haben, und die Strömungsgeschwindigkeit in Kapillaren von der inneren Reibung abhängt, muß für die Beurteilung der Wirkung einer Flüssigkeit auch die Ausflußdauer mit berücksichtigt werden (s. Tabelle 2).

Die kürzeste Ausflußdauer hat gleichfalls das Anobiumpräparat 1prozent., dann folgen absoluter Alkohol, Incidin, Brennspiritus, das Ulmensplintkäfermittel, Lymax Hiag, Xylamon, Floraevit, Flit, Terpentin, Chrysanthol, Vomasol, Dekalit A, Parasitol II, Cuprex, Dekalit extra, S und Spruzit.

Um nun das Verhalten von Mischungen verschiedener Mittel in verschiedenem Verhältnis an einigen Beispielen zu untersuchen, wurden Mischungsversuche angestellt, deren Ergebnisse aus folgender Tabelle 3 zu ersehen sind.

Tabelle 3

Mittels der Tropfenmethode geprüfte Flüssigkeitsmischungen

Mischungsverhältnis der Flüssigkeiten	Tropfenzahl einer bestimmten Flüssigkeitsmenge	Ausflußdauer dieser Flüssigkeitsmenge in Minuten u. Sekunden
$^1/_4$ Dekalit extra . $^3/_4$ absoluten Alkohol	93,5	5′ 16″
$^1/_2$ Dekalit extra . $^1/_2$ absoluten Alkohol	92	7′ 9″
$^1/_4$ Incidin . $^3/_4$ absoluten Alkohol . .	94	2′ 47″
$^1/_2$ Incidin . $^1/_2$ absoluten Alkohol . .	93	2′ 40″

Diese Versuche zeigen, daß ein verhältnismäßig geringer Zusatz eines Mittels mit geringer innerer Reibung zu einem solchen mit großer Viskosität die Viskosität des letzteren ganz beträchtlich herabsetzt. Desgleichen ist in solchen Mischungen die Oberflächenspannung geringer als man erwarten sollte.

Schon Zacher strebte die Herabsetzung der großen Oberflächenspannung von Ölen durch Zusatz von Azeton und Tetrachlorkohlenstoff an, ohne dabei aber die Herabsetzung der Viskosität mit zu berücksichtigen. Er hat bei seinen Versuchen mit diesen Gemischen gute Abtötungsergebnisse gehabt.

II. Prüfung der Atemgiftwirkung der untersuchten Flüssigkeiten

Da es für unsere weiteren Untersuchungen von Interesse ist, festzustellen, inwieweit die zu den Versuchen verwendeten Flüssigkeiten bereits als Atemgift wirken können, müssen sie auch hierauf kurz untersucht werden. Die Versuche haben selbstverständlich nur orientierenden Charakter.

Es wurden in Glasröhrchen von 10 cm Länge und 3 cm Durchmesser ebensolche von 5 cm Länge und 1,8 cm Durchmesser gelegt, die mit einem durchbohrten (8 mm Bohrungsdurchmesser) mit Gaze überzogenen Stopfen verschlossen waren (Abb. 2). In letzteres Gläschen wurden die Versuchstiere, meist Imagines des Pappelblattkäfers gebracht, während am Stopfen des großen Glases ein mit der Versuchsflüssigkeit getränkter Wattepausch angebracht wurde. Durch Beobachtung des Verhaltens der Tiere beim Absterben konnte festgestellt werden, welchen Einfluß bereits die von den Flüssigkeiten abgegebenen Gase, d. h. soweit dieselben überhaupt solche bei Zimmertemperatur entwickelten, auf die Tiere hatte. In einigen Fällen wurden zum Vergleich auch etliche Raupen der Kleinen Wachsmotte hinzugefügt. Die Versuchstiere lagen oft schon nach kurzer Zeit wie leblos auf dem Rücken, aber erst wenn sie gar keine Lebenszeichen mehr von sich gaben, wurden sie präpariert und festgestellt, ob das Herz noch pulsierte.

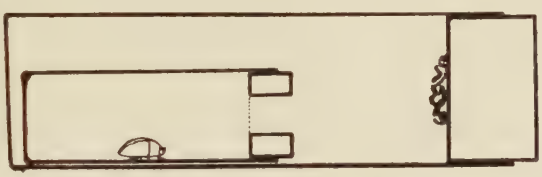


Abb. 2. Versuchsanordnung für die Prüfung der Atemgiftwirkung

Die Versuche mit Pappelblattkäfern ergaben im Mittel das Folgende (s. auch Tabelle 4): Tot waren bereits nach ungefähr 4 Stunden die Käfer in Lymax Hiag, Brennspiritus und Chrysanthol, während sie erst nach 72 Stunden in Cuprex und Xylamon und nach 96 Stunden in Dekalit S 10prozent. verendet waren. Dagegen gaben bei Abbruch der Versuche nach 144 Stunden die Käfer bei Vomasol, Rizinusöl und Flit noch schwache Lebenszeichen von sich, während sie bei Paraffinum liquidum noch vollkommen munter waren. Bei einigen Mitteln fanden sich in den verschiedenen Versuchsreihen ab und zu Unterschiede im Ergebnis, doch ließen sich die Gründe für diese Abweichungen meist feststellen. In den anderen Fällen können wohl individuelle Empfindlichkeitsunterschiede oder vorherige Schädigungen

Tabelle 4

Abtötung von Pappelblattkäfern durch Dämpfe

Name des Mittels	Eintritt des Todes nach Stunden	Name des Mittels	Eintritt des Todes nach Stunden
Lymax Hiag	4	Dekalit extra	24
Brennspiritus	4	Parasitol II	48
Chrysanthol	24	Cuprex	72
Incidin	24	Xylamon	72
Anobiumpräparat 1prozent.	24	Dekalit S 10prozent.	96
Terpentin	24	Vomasol	—[1])
Spruzit	24	Rizinusöl	—[1])
Floraevit	24	Flit	—[1])
Dekalit A	24	Paraffinum liquidum	—[1])

der Versuchstiere verantwortlich gemacht werden. Die Vergleichsversuche mit Raupen der Kleinen Wachsmotte zeigten, daß die Empfindlichkeit verschiedener Tierarten keineswegs gleich ist. So lebten Raupen dieser Art in den Dämpfen des Xylamons und des Ulmensplintkäfermittels bedeutend länger als Pappelblattkäfer. Anders lagen die Verhältnisse bei Dekalit S 10prozent. und Incidin, wogegen Käfer und Raupen nahezu gleich empfindlich waren. Ferner ist noch zu berücksichtigen, daß bei den vorliegenden Versuchen nicht in allen Fällen eine Wirkung durch die abgegebenen Dämpfe vorliegen muß. Es schlug sich nämlich nach mehr oder weniger langer Zeit bei einigen Mitteln an den Wänden des Versuchsröhrchens durch den vollkommenen Verschluß derselben veranlaßt Flüssigkeit nieder. Dies wurde z. B. beobachtet bei Brennspiritus, dem Anobiumpräparat 1prozent., dem Ulmensplintkäfermittel, Flit u. a. Meist waren in diesen Fällen die Versuchstiere nach Niederschlag von Flüssigkeit bald tot. Merkwürdigerweise waren bei Terpentin nur die Käfer feucht, nicht dagegen die Wandung des Gefäßes. Bei der Präparation solcher Tiere fanden sich oftmals die Tracheen mehr oder weniger weit mit Flüssigkeit angefüllt (dies gilt u. a. für Brennspiritus). Den Flittieren, die nach 144 Stunden schwache Lebenszeichen von sich gaben, war auch zum Teil Flüssigkeit in die Tracheen eingedrungen. Inwieweit im einzelnen die Kondensflüssigkeit oder die gasförmigen Produkte der Flüssigkeiten den Tod veranlaßt haben, oder ob beide daran beteiligt waren, läßt sich schwer entscheiden. Bei Flit möchte ich fast nur die Kondensflüssigkeit verantwortlich machen. In den Kontrollversuchen, in denen Käfer und Raupen unter denselben Umständen ohne Flüssigkeiten gehalten wurden, starben keine Tiere. Um diese Versuche richtig beurteilen zu können, ist allerdings zu berücksichtigen, was später noch näher erwähnt werden soll, daß Tiere von schwächer konzentrierten Atemgiften eventuell rascher abgetötet werden als von stärkeren, da

[1]) Nach 144 Stunden noch am Leben.

sich bei letzteren unter Umständen die Stigmen rasch verschließen und somit dem Gift den Eintritt in die Tracheen lange Zeit verwehren, während schwächere mit eingeatmet werden und so rascher zur Wirkung kommen können. Jedenfalls ist das bei verschiedenen Konzentrationen eines und desselben Giftes bereits nachgewiesen worden. In unserem Fall galt es ja aber nur zu ermitteln, ob die Ausdünstungen der Flüssigkeiten überhaupt schädigend wirken können; was dabei im Tiere vor sich geht, interessiert uns weniger. Wir können demnach auf Grund der Versuche sagen, daß das Tier an einem Gift rascher stirbt, als am anderen, ohne dabei über die Giftigkeit des Mittels etwas aussagen zu wollen.

III. Prüfung der Eindringfähigkeit von Flüssigkeiten in die Tracheen

Das Eindringungsvermögen von Flüssigkeiten in die Tracheen soll, da auf diesem Gebiete noch gar keine Erfahrungen vorliegen, nach verschiedenen Methoden untersucht werden, deren Brauchbarkeit bei dieser Gelegenheit geprüft werden soll.

1. Benetzung sämtlicher Stigmen

a) Abtötung in der Flüssigkeit

Bei der vorliegenden Versuchsreihe wurden Pappelblattkäfer in die Flüssigkeit getaucht und der Zeitpunkt des Absterbens bestimmt. Dabei dürften größere Zeitdifferenzen auf die Stellung des Verschlußmechanismus' im Augenblick des Untertauchens zurückzuführen sein. Selbstverständlich wird jedes Tier bestrebt sein, durch Verschluß seiner Stigmen, das Eindringen von Flüssigkeiten zu verhindern. Das wird aber immer nur dann einige Zeit von Erfolg sein, wenn der Verschlußapparat im Moment des Untertauchens weitgehend geschlossen ist, denn wie sich bei der Besprechung der weiteren Versuche zeigen wird, ist das Eindringen von Flüssigkeiten in die Tracheen, sobald Tracheenteile innerhalb des Verschlußmechanismus' benetzt sind, nicht mehr aufzuhalten. Ferner kommt es darauf an, ob die Versuchstiere lange Zeit mehr oder weniger ruhig in der Flüssigkeit liegen, oder ob sie sich lebhaft bewegen. Durch die Bewegung wird ein rasches Eindringen gefördert, da diese, wie wir bereits sahen, auch unter normalen Verhältnissen die Luftbewegung in den Tracheen fördert. Außerdem bin ich mir bewußt, daß sich die Käfer nicht besonders gut für diese Versuche eignen, da die Abdominalstigmen hier unter den Flügeldecken liegen, und somit Flüssigkeiten verschieden rasch zu ihnen vordringen können. Um Fehler auf Grund der angeführten Fehlerquellen möglichst zu vermeiden, wurden aus einer größeren Anzahl von Versuchsreihen Mittelwerte genommen.

Am langsamsten wirkte bei den Tieren Floraevit (nach 8 bis 9 Minuten) und Vomasol (6—8 Minuten), rascher wurden sie schon in Brennspiritus (4—5½ Minuten) abgetötet. Natürlich wirkte auch

Dekalit S in Verdünnung von 10 % erst nach 8—10 Minuten, während die konzentrierte Flüssigkeit schon nach 1 Minute 20 Sekunden bis 2 Minuten 40 Sekunden abtötend wirkte. Sehr schnell trat der Tod ferner im Alkohol absol. (1 Min. 10 Sek. bis 1 Min. 20 Sek.), Flit (1 Min. 15 Sek. bis 1 Min. 20 Sek.), Terpentinöl (1 Min. 30 Sek. bis 1 Min. 40 Sek.), Dekalit A (1 Min. 15 Sek. bis 1 Min. 30 Sek.) ein. Recht verschieden waren die Ergebnisse bei allen zähflüssigen Mitteln. So schwankten die Tötungszeiten bei Paraffinum liquidum zwischen 2 und 6 Minuten, bei Rizinusöl 3—7 Minuten, merkwürdigerweise fand sich dasselbe bei Incidin (3—7 Min.), trotzdem das Mittel dünnflüssig ist, es hat aber eine relativ große Oberflächenspannung. Dagegen wirkte das zähflüssige Spruzit bereits nach 2½—3 Minuten tödlich. Dieser Umstand ist wahrscheinlich durch die bereits oben vollkommen eindeutig erwiesene Atemgiftwirkung des Spruzits zu erklären. Weitere Ergebnisse sind in der beigefügten Tabelle 1 zu finden.

b) Eintauchverfahren

Bei den nunmehr zu besprechenden Versuchen wurden Pappelblattkäfer lebend in die Flüssigkeiten gebracht. Nach einem bestimmten Zeitraum nahm ich die Tiere heraus und präparierte die Rückendecke ab, um festzustellen, wieweit die Flüssigkeit in die Tracheen eingedrungen war. Die Präparation wurde entgegen der sonst üblichen Methode nicht unter Wasser ausgeführt, da es sich herausstellte, daß einige Flüssigkeiten durch das Wasser dem die netzenden Mittel das Eindringen durch die Stigmen erleichterten, binnen kurzem weiter in die Tracheen hineingetrieben wurden. Dies wurde bei der Untersuchung an der Luft vermieden. Andere Mittel, z. B. Dekalit S, ergaben mit Wasser selbst innerhalb der Tracheen eine milchige Emulsion. Die Versuchszeit betrug 17—22 Stunden, wovon nur das Versuchsergebnis des 22 Stundenversuchs angeführt werden soll, da die anderen Versuchsreihen im Prinzip dasselbe Ergebnis brachten. Einleitend sei noch erwähnt, daß in einigen Mitteln die Organe des Körperinneren der Versuchstiere mehr oder weniger stark geschrumpft waren. Es handelte sich dabei z. B. um Chrysanthol, Spruzit, Lymax Hiag und Dekalit A, wenig geschrumpft waren die Tiere in Parasitol II. Dagegen trat im Dekalit S und extra keine Schrumpfung ein. Die geschrumpften Käfer waren ebenso wie die stark imbibierten in der Flüssigkeit untergegangen. Sehr stark imbibiert wurden die Tracheen durch Flit, bei dem alles, sogar die Thoraxkapillaren, gefüllt war, fast ebenso weit drang Incidin, Ulmensplintkäfermittel, Cuprex, das Anobiumpräparat 1prozent., Lymax Hiag, Terpentin und Xylamon, bei welchen sich nur noch in einigen wenigen feinen Kapillaren Luft befand, ein. Die feineren Tracheen wurden nicht imbibiert. Bei Dekalit A, S, und S 10prozent., Chrysanthol, Spruzit, nur ein wenig schwächer wirkte Dekalit extra. Noch schwächer waren Floraevit, Paraffinum liquidum und Rizinusöl, durch welche die dorsal liegenden Querkommissuren nicht

gefüllt wurden. Etwas stärker als die zuletzt angeführten Mittel ist Kernseife 25prozent., hiervon wird wenigstens aus einem Teil der Querkommissuren die Luft verdrängt. Vollkommen ungenügend waren Vomasol und Parasitol II, bei denen nicht einmal die von einem Stigma zum anderen ziehenden Hauptlängstracheen in ihrer ganzen Länge imbibiert waren. Es ließ sich dabei beobachten, daß meist nur der vordere Teil luftfrei war, während im hinteren Abschnitt die Flüssigkeit fehlte. Dies dürfte einesteils darauf zurückzuführen sein, daß die Haupttracheen sich nach dem Körperende zu etwas verjüngen und anderenteils das erste, bedeutend größere Abdominalstigma vermutlich die Flüssigkeit leichter eindringen ließ. Diese Erscheinung konnte bei der weiter unten erörterten Benetzung der Dorsalseite direkt beobachtet werden.

Ferner haben die vorliegenden Versuche gezeigt, daß Stober keineswegs recht hat, wenn er meint, daß „Erstickungsmittel" im Gegensatz zu Fraßgiften die Insekten in jedem Alter gleichmäßig rasch töten, allerdings hat er insofern recht, als hier die Unterschiede nicht so groß sind wie bei den Fraßgiften. Ich stellte aber immerhin fest, daß die Flüssigkeiten nicht nur bei sehr jungen Kieferneulenraupen schlecht oder gar nicht eindrangen, sondern daß auch manche Raupen um die Häutungszeit herum kaum imbibiert werden konnten. Andere Versuche zeigten, daß man aber auch nicht generell sagen kann, jüngere Larven wären widerstandsfähiger als ältere. So waren 5 mm große Raupen von *Vanessa io* L. nach etwa 30 bis 40 Sekunden tot, wenn man sie in Olivenöl untertauchte, während 17 mm lange Tiere schon ungefähr nach 25 Sekunden starben. Umgekehrt lagen die Verhältnisse bei der Wanzenart *Syromastes marginatus* L., bei der unter denselben Umständen erwachsene Tiere und Larven des letzten Stadiums nach etwa 25 Sekunden verendeten, diejenigen des vorletzten Larvenstadiums dagegen bereits nach 15 Sekunden. Man kann aber auch diese Ergebnisse nicht etwa für alle Wanzen verallgemeinern, wie Versuche mit der bei uns sehr häufigen grünen Art *Palomena prasina* L. zeigten. Während nämlich bei diesem Tier die Larven des vorletzten Stadiums ebenso rasch tot waren wie diejenigen des gleichen Stadiums von *Syromastes marginatus* L., also in etwa 15 Sekunden, starben die Imagines erst nach fast 3 Minuten. Ferner drang das Ulmensplintkäfermittel bei partieller Imbibition in die Stigmen jüngerer Mehlwürmer sehr rasch ein, während es verpuppungsreife kaum imbibierte. Die Gründe für dieses unterschiedliche Verhalten ließen sich nicht feststellen. Am leichtesten zu erklären ist vielleicht noch die relative Unempfindlichkeit der Raupen kurz nach Häutungen, da hier die Körperoberfläche vielleicht etwas feucht ist und so die Benetzbarkeit vor allem durch Öle herabgesetzt ist.

c) Rückenimbibition

Da bei den bisherigen Versuchen die Bewegung des Tieres und die Wirkung der Verschlußapparate der Stigmen zweifellos für das mehr

oder weniger rasche bzw. weite Eindringen eine Rolle spielte, und man ferner das Eindringen der Flüssigkeiten nicht direkt beobachten konnte, wurden die im folgenden beschriebenen Untersuchungen angestellt.

Es wurden Pappelblattkäfer durch Chloroform getötet, ihre Flügeldecken und Flügel entfernt und die Tiere in ein Präparierbecken genadelt. Beim Abschneiden der Flügeldecken und Flügel ist darauf zu achten, daß man den Schnitt nicht zu dicht am Körper führt, da sonst Teile der Rückendecke mit Körperflüssigkeit angefeuchtet werden, was das Ergebnis stören kann. Hierauf wurde der Rücken des Tieres, an dessen Seiten sich die Stigmen befinden, und der verhältnismäßig weich und eben zum Teil sogar etwas eingesunken ist, mit der zu prüfenden Flüssigkeit bedeckt, die meist darauf stehen bleibt und dabei die Abdominalstigmen bedeckt. Nur wenige Flüssigkeiten, so z. B. Alkohol absol. flossen meist nach kurzer Zeit vom Rücken herunter. Bei Ausführung dieser Versuche ist, um möglichst einwandfreie Ergebnisse zu erzielen, noch folgendes zu beachten. Zur Verwendung kamen nur frisch getötete, äußerlich unbedingt trockene Tiere. Sie dürfen während der Imbibition nicht berührt bzw. gedrückt werden, deshalb muß auch möglichst das Aufpräparieren vermieden werden, da dadurch das Eindringen der Flüssigkeit gefördert werden kann. Obgleich die Rückendecke stellenweise dunkel gefärbt ist, scheinen doch besonders die unter den heller gefärbten Seiten liegenden Tracheenhauptlängsstämme gut durch. Da es uns nur darauf ankommt, den Augenblick des Eindringens durch die Stigmen festzustellen, so genügt die Beobachtung dieser Längsstämme vollkommen. Allerdings lassen sich diese Tracheen bei Anwendung von sehr dunklen Flüssigkeiten wie z. B. Xylamon Spezial Natur, Vomasol usw., die dunkelbraun gefärbt sind: nicht mehr ausreichend erkennen. Man kann aber trotzdem diese Methode anwenden. Solange nämlich die Stigmen noch keine Flüssigkeit enthalten, spiegeln die Tracheen, wie ich bereits erwähnte, silbern. Dies ist auch durch dunkel gefärbte Mittel noch gut sichtbar. Sollte diese Methode versagen, wie bei Emusionen (z. B. von Dekalit S 10 %), so nimmt man die auf der Körperoberfläche stehende Flüssigkeit sehr vorsichtig mit Fließpapier weg. Allerdings ist diese Technik etwas zeitraubend, da die Versuche mehrmals wiederholt werden müssen, um den Zeitpunkt des Eindringens einigermaßen genau bestimmen zu können. Aus einer größeren Anzahl von Parallelversuchen, bei denen die Flüssigkeiten vorsichtig mit einer Pipette auf die Dorsalseite der Käfer gebracht wurden, ergab sich folgendes. Augenblicklich drangen ein Cuprex, das Anobiumpräparat 1 % und Flit, fast ebenso rasch wirkten Terpentin, Lymax-Hiag und das Ulmensplintkäfermittel. Stark netzend war Dekalit S, während Dekalit A schon 1—2 Minuten zum Eindringen benötigte. Bei den meisten anderen Mitteln ließ sich vielfach nur ein Eindringen durch das erste Abdominalstigmenpaar, das bedeutend größer ist als die übrigen Stigmen, beobachten. So drang Incidin nach 2 Minuten in das erste Abdominalstigma ein, und in einem Fall waren

nach 15 Minuten alle Stigmen imbibiert. Nach 5 Minuten war Paraffinum liquidum und Vomasol durch das große Stigma eingedrungen, nach 10 Minuten trat dieser Fall bei einem Teil der Tiere bei Dekalit S 10 % ein, nach 15 Minuten bei Spruzit. Olivenöl und Xylamon Spezial Natur, nach 20 Minuten bei Floraevit. Nur in Ausnahmefällen wurde bei Dekalit extra nach 5—10 Minuten das größte Stigma imbibiert. Auch Chrysanthol war nach 20 Minuten noch ohne jeden Erfolg. Bei Parasitol II, das nur in zwei Fällen nach 10 Minuten in die großen Stigmen eingedrungen war, wurde außerdem beobachtet, daß die auf dem Rücken stehende Flüssigkeit sich schon nach kurzer Zeit mit einer Haut bedeckte.

2. Partielle Imbibition

Nun ist es aber auch von Interesse zu erfahren, wie sich Tiere verhalten, bei denen nur durch ein oder wenige Stigmen Flüssigkeit gedrungen ist, und somit nur ein verschieden großer Teil der Tracheen mit Flüssigkeit angefüllt ist. Während bei den Versuchen der bisherigen Kapitel entweder der gesamte Körper benetzt wurde, wie beim Eintauchen der Tiere, oder wenigstens der ganze, an seinen Seiten die Stigmen tragende Rücken der Käfer, wurden nunmehr die Flüssigkeiten nur an bestimmte Stigmen herangebracht und beobachtet, wie rasch dieselben in die Tracheen hineinzogen.

Bei der partiellen Imbibition von Raupen wurde anfangs die Flüssigkeit, in der bereits früher (1934) von mir beschriebenen Weise, mittels einer Nadel an die zu imbibierenden Stigmen gebracht, um zu erreichen, daß das Imbibitionsmittel über dem Stigma blieb und sich nicht über die Körperoberfläche ausbreitete. Um aber den Verdacht auszuschalten, daß in einigen Fällen Verletzungen der Stigmen durch die Nadel stattgefunden haben könnten, was für die mittelbaren Folgen der partiellen Imbibition von Wichtigkeit ist, wurde bei dem größten Teil der Versuche ein kleiner mit der Flüssigkeit getränkter Fließpapierbausch mit der Pinzette an das Stigma gehalten. Die weitere Technik ist aus meiner früheren Arbeit (1934) zu ersehen. Ganz junge Raupen, die sich nicht einfach mit dem Finger halten lassen, kann man zur Hälfte mit einem Glasscheibchen (Objektträger, Deckglas usw.) bedecken, so daß dann die Stigmen des freien Endes bequem imbibiert werden können. Handelt es sich dagegen um zartere Tiere, die den Druck der Glasscheibe, der sich kaum regeln läßt, nicht aushalten würden, so kann man diese zwischen die Spitzen einer Reißfeder klemmen. In diesem Fall läßt sich der Druck durch mehr oder weniger starkes Anziehen der Schraube regulieren und die Imbibition durch geringes Hin- und Herdrehen der Schraube beschleunigen. Bei der Imbibition von Puppen wurden auf die zu imbibierenden Stigmen, die besonders beim Pappelblattkäfer ein Stück über die Oberfläche herausragen und so eine Imbibition erschweren, ein mit der Flüssigkeit getränkter Fließpapierbausch gelegt und auf diese Weise ein ausreichendes Eindringen ermöglicht.

Es wurde die partielle Imbibition mit verschiedenen Flüssigkeiten durchgeführt und sowohl die unmittelbare Reaktion der Tiere beobachtet, als auch die mittelbaren Nachwirkungen an verschiedenen Organen untersucht. Zu den meisten dieser Versuche wurden Raupen der Kleinen Wachsmotte als Versuchstiere benutzt, da man hieran bequem durch die Haut hindurch verfolgen kann, wie rasch und wie weit das Imbibitionsmittel vorgedrungen ist, da die luftgefüllten Tracheen silbern durch die dünne ungefärbte Körperoberfläche hindurchschimmern. Sind die Flüssigkeiten farbig, so sieht man sie direkt, sind sie ungefärbt, so verschwindet bei ihrem Eindringen der Silberglanz der Tracheen. Es ist aber zu beachten, daß wir es hier mit lebenden, nicht betäubten Tieren zu tun haben, welche die Möglichkeit besitzen, durch das Verschließen ihrer Stigmen dem Eindringen selbst gut netzender Flüssigkeiten einige Zeit zu widerstehen. Es mußten deshalb eine größere Anzahl von Parallelversuchen angestellt werden, um ein klares Bild zu erhalten. Meist wurden nur die letzten 1—2 Stigmen der einen Körperseite imbibiert und dann das weitere Verhalten der Tiere beobachtet. Überaus rasch drang hierbei das Ulmensplintkäfermittel, sehr rasch auch Dekalit S, Cuprex, Incidin und Brennspiritus ein, dagegen weniger rasch Kernseife 25 %, Chrysanthol, Floraevit und das Anobiumpräparat 1 %, während eine Imbibition mit Spruzit kaum gelang.

Nach zwei bis drei Tagen, oft schon am nächsten Tage waren die imbibierten Segmente der behandelten Körperseite mehr oder weniger stark geschwollen und durchsichtig. Diese Erscheinung wurde u. a. beobachtet bei Kernseife 25 %, Floraevit, Dekalit S und Xylamon. Sehr stark geschwollen waren die betreffenden Körperteile auch bei dem Anobiumpräparat, während diese Erscheinung bei dem Ulmensplintkäfermittel und auch bei Incidin kaum zu beobachten war, dafür waren hier diese Stellen sehr durchsichtig. Inwieweit durch die Imbibition mit verschiedenen Mitteln Mißbildungen an Stigmen u. a. erzielt wurden, soll S. 37 ff. berichtet werden, hier sei nur noch folgendes erwähnt. Während bei den meisten Mitteln, ebenso wie bei dem zur Erzielung von Mißbildungen verwendeten Olivenöl, Terpentinöl und Paraffinum liquidum die Tiere nicht nur weiter lebten, sondern sich auch vollkommen zu Ende entwickeln konnten, ganz gleich, ob Raupen oder Puppen imbibiert wurden, selbst wenn mehrere Stadien hintereinander durch dasselbe oder durch verschiedene Stigmen imbibiert wurden, war dies nicht bei allen geprüften Mitteln der Fall. Imbibierte ich nur die zu den beiden letzten Stigmen einer Körperseite gehörigen Tracheen mit dem Anobiumpräparat 1 %, so krochen die Versuchstiere nicht nach kurzer Zeit wieder umher, wie dies sofort oder wenigstens sehr bald bei den oben erwähnten Mitteln der Fall war, sondern sie blieben liegen. Auch nach 3 Tagen lagen sie noch an derselben Stelle, bewegten sich aber bei Berührung noch. Am 4. Tage waren die ersten Versuchstiere gestorben und einige Tage später waren alle tot. Im Gegensatz dazu konnte ich

mit Olivenöl bei Imagines des Pappelblattkäfers über die Hälfte aller Tracheen imbibieren und die Tiere lebten trotzdem noch einige Wochen, nur stellten sie oft die Nahrungsaufnahme ein und gingen daher schließlich zugrunde. Ähnlich lagen die Verhältnisse bei Spruzit, auch hier starben die meisten Tiere; es fanden sich bei ihnen fast stets Kotballen am Hinterende angeklebt. Bei einigen Flüssigkeiten z. B. Brennspiritus wurde nach 1—2 Tagen beobachtet, daß die imbibierten Tracheen wieder lufthaltig waren. Da bei allen Versuchen mit Schmetterlingsraupen ein Wiederheraustreiben der Flüssigkeiten aus den Tracheen durch die Stigmen niemals gesehen wurde, darf wohl auch hier angenommen werden, daß der Spiritus die Tracheen nicht in flüssiger Form auf diesem Wege verlassen hat, sondern daß er verdunstet ist und somit in dampfförmigen Zustande durch die Stigmen entwichen ist, denn da keinerlei Folgen dieser Imbibition wahrzunehmen waren, ist auch nicht anzunehmen, daß er durch die Tracheenwandung hindurch diffundiert ist.

Dann ist ferner nicht unwichtig, daß sich auch die verschiedenen Stigmenformen den Flüssigkeiten gegenüber recht verschieden verhalten. So sind *Elateriden*larven, Engerlinge und verschiedene *Dipteren*larvenformen auf Grund ihres Stigmenbaues recht schwer zu imbibieren. Ferner wurde bei den meisten Insekten festgestellt, daß sie die Flüssigkeit nicht wieder aus den Tracheen entfernen können, und dieselben auch meist an der bereits nach kurzer Zeit eingenommenen Stelle verbleibt. Anders ist dies bei einigen *Dipteren*larven (z. B. *Sarcophaga*), die wenigstens imstande sind, die Ausgänge der Haupttracheenäste wieder freizulegen. Allerdings wird der größte Teil der Flüssigkeit dabei in die feineren Tracheenäste getrieben, so daß diese dann verstopft sind. Dagegen nützt eine oberflächliche Bedeckung der Stigmen durch Flüssigkeit nichts; die Stigmen werden dann binnen kurzem wieder freigelegt. Die partielle Imbibition einiger Spritzmittel zeigte, daß bei manchen von diesen schon eine Auffüllung weniger Tracheenäste genügt, um die Bewegungsfähigkeit der Tiere wesentlich zu beeinträchtigen, und sie in wenigen Tagen abzutöten. Hier spielt also entweder eine Lähmung durch Kohlendioxyd oder eine besondere Giftwirkung eine Rolle. Die Insekten können meist eine ganz beträchtliche Füllung der Tracheen mit Flüssigkeit lange Zeit überleben. Wird diese Menge aber zu groß, so ist den Tieren äußerlich zwar auch nichts anzumerken, sie stellen aber, wie bereits erwähnt, das Fressen ein und gehen schließlich zugrunde. Stober hatte ja bereits festgestellt, daß 10—20 % der Tracheen ohne Schaden für ein Tier ausgeschaltet werden können. Solche hungernden Tiere sind also trotz ihres oft wochenlangen Überlebens als Schädling praktisch ausgeschaltet. Daß es selbstverständlich von Bedeutung sein kann, welches Stigma von der Flüssigkeit getroffen wird, wird uns sofort klar, wenn wir uns vorstellen, daß bei einer Füllung des größten Teils der Kopftracheen durch das erste Thorakalstigma, das, wie wir sahen, den Kopf mit versorgt, die aktiven Bewe-

gungen sofort eingestellt werden und das Tier auch bei einem sonst mehr oder weniger indifferenten Mittel zugrunde geht, also wohl durch mangelhafte O_2-Versorgung und CO_2-Vergiftung der Ganglien.

3. Folgerungen aus den Versuchsergebnissen

Sehen wir uns nun die Ergebnisse der verschiedenen Versuche an, so zeigen sie keineswegs immer ein einheitliches Bild. Daß das Anobiumpräparat 1 % bei allen Versuchen außer der partiellen Imbibition gleichmäßig rasch wirkte, war zu erwarten, da es ja neben der geringsten Oberflächenspannung auch die geringste Viskosität besaß. Umgekehrt ist die schwache Wirkung von Vomasol in allen Fällen nicht verwunderlich, denn es hat außer der größten Oberflächenspannung, wenn auch nicht die größte, so doch eine sehr große innere Reibung. Sehr einleuchtend sind auch die Ergebnisse mit Parasitol II. Würden wir hier, wie es bisher bei Spritzmittelprüfungen oft geschah, nur die Oberflächenspannung berücksichtigen, so müßten wir Ergebnisse wie bei absolutem Alkohol erwarten, also mindestens starke Wirkung. Die Erfolge sind aber äußerst gering. Stellen wir aber außerdem die große Viskosität in Rechnung, so können wir uns dieses Verhalten leicht erklären.

Incidin mit seiner verhältnismäßig großen Oberflächenspannung und der geringen Viskosität hat bei Rückenimbibition nicht besonders gewirkt, auch das Abtöten untergetauchter Tiere ist verhältnismäßig langsam gegangen, dagegen hat es untergetauchte Käfer nach 22 Stunden mit am weitgehendsten imbibiert. Während bei den ersten beiden Versuchsanordnungen die große Oberflächenspannung, die eine geringe Netzfähigkeit bedingte, die Flüssigkeit nicht rasch eindringen ließ, hat vermutlich die geringe Viskosität im letzteren Falle, in dem ein längerer Zeitraum zur Verfügung stand, die gute Füllung der Tracheen ermöglicht

Dekalit S und extra zeigen, wie nach den verschiedenen Versuchsergebnissen gleichfalls anzunehmen war, unterschiedliche Oberflächenspannung und Viskosität. Das erstere hat bei sehr geringer Oberflächenspannung eine geringere Viskosität. Deshalb waren alle Ergebnisse bei letzterem schlechter als bei ersterem. Auch bei Dekalit S zeigte sich wieder, daß im vorliegenden Fall die Oberflächenspannung allein für die Beurteilung eines Mittels nicht ausreicht, denn sonst hätte es in allen Fällen sehr stark wirken müssen, da seine Oberflächenspannung sehr gering war. Bei allen Versuchen, die eine Tracheenfüllung bezweckten (Rückenimbibition, Tauchverfahren usw.), wirkte es aber keineswegs sehr stark. Auch hier war die große innere Reibung ein Nachteil. Das gleiche galt für Chrysanthol, bei dem gleichfalls die nach der geringen Oberflächenspannung zu erwartenden Erfolge wegen der großen Viskosität ausblieben. Ähnlich lagen die Verhältnisse bei den übrigen Mitteln mit großer innerer Reibung (Paraffinum liquidum, Öle u. a.). Bei den Mitteln mit mittlerer Oberflächenspannung und mittlerer Viskosität waren die Ergebnisse nicht immer so

leicht zu erklären, da sich die Wirkung beider Faktoren nicht so einfach gegeneinander abwägen läßt.

Ganz aus dem Rahmen heraus fällt Flit, daß gemäß der mittels der Tropfenmethode ermittelten Oberflächenspannung und Viskosität viel zu stark wirkt. Vielleicht liegt dies an seiner guten Kondensfähigkeit, wodurch die Tracheenwandungen eventuell benetzt werden, und so ein rascheres Eindringen ermöglicht wird. Auch bei Lymax Hiag und Terpentin bleiben noch Fragen offen. Es ist allerdings möglich, daß hier die Verhältnisse ähnlich liegen wie bei Flit schon vermutet wurde. Es muß natürlich berücksichtigt werden, daß bei den hier angewandten Versuchsanordnungen allerhand Fehlerquellen vorhanden sind, die nicht ganz auszuschalten sind. Man muß ja immer bedenken, daß man es hier nicht mit einer klar zu übersehenden Versuchsapparatur, sondern mit einem zum Teil sogar noch lebenden Organismus zu tun hat. Es kann so der Versuch durch irgendwelche Einflüsse gestört werden, die oft nicht einmal erkennbar, geschweige denn auszuschalten sind. So kann man nicht wissen, wie die Stellung der Tracheenverschlüsse im Augenblick ist, wie dieselben durch giftige Gase oder durch direkte Ätzwirkung beeinflußt werden. Das gleiche gilt von der Beeinflussung eventuell vorhandener Atembewegungen. Sicher spielen neben individuellen Unterschieden auch artspezifische Charaktere eine Rolle. So hat B o c k z. B. gezeigt, daß die Sauerstoffkurven verschiedener Arten verschieden sind (s. auch G o l y c h e w). Ich konnte nachweisen, daß bei einigen Mitteln die von diesen abgegebenen gasförmigen Produkte als Atemgifte wirkten. Diese könnten ja auch die erwähnten Vorgänge beeinflussen und unser Ergebnis stören. Das schlechte Abschneiden sonst stark netzender Mittel bei der partiellen Imbibition dürfte wohl ziemlich sicher auf die Reizwirkungen der Flüssigkeiten auf die Tracheenverschlüsse zu erklären sein. Dies gilt u. a. für das Anobiumpräparat 1 %, das ja nachweisbar bereits als Gas nach 24 Stunden tödlich wirkte und auch bei der partiellen Imbibition die Tiere sofort lähmte und nach 4 Tagen zum Tode führte. Hierfür spricht auch seine rasche Wirkung beim Tauchverfahren. Für das langsame Eindringen von Spruzit bei partieller Imbibition war wohl einesteils trotz geringer Oberflächenspannung die große Viskosität und anderenteils seine Giftwirkung, die ja ohne weiteres aus dem Tode der imbibierten Tiere zu schließen ist, verantwortlich zu machen. So wirkte z. B. auch Cuprex bei dem Eintauchverfahren zu intensiv und bei der Rückenimbibition verlief eine ganze Versuchsreihe erfolglos, während in einer anderen drei Tiere sehr weitgehend imbibiert wurden. Auch dies dürfte darauf hinweisen, daß hier noch allerhand Faktoren im Spiele sind, die nicht ohne weiteres erkannt bzw. beeinflußt werden können. Auch spricht für solche Einflüsse die Schrumpfung, die von einigen Flüssigkeiten im Körperinneren der Tiere beim Tauchverfahren hervorgerufen wurden. Trotzdem glaube ich, daß man diese Fehlerquellen in Kauf nehmen muß, um die Wirkung der Mittel am lebenden Objekt selbst einmal zu erproben, denn in der

Praxis hat man es ja schließlich auch nicht mit gut übersichtlichen Apparaturen, sondern mit lebenden Insekten zu tun.

Stober hatte mit Neßlers Flüssigkeit[1]), Kochs Flüssigkeit[2]), Seifenwasser, Seife in Spiritus, ätherischen Ölen und einigen Handelspräparaten als „ungiftigen Spritzmitteln" gearbeitet und hat dieselben verfüttert und ihre Unschädlichkeit bei Aufnahme per os festgestellt. Er erkannte auch sofort, daß die Ölkugeln, die er stellenweise in den Tracheen fand, durch die Stigmen eingedrungen waren und nicht, wie Petrunkewitsch meinte, durch den Darm resorbierte Ölbestandteile waren. Auch er hat bereits gefunden, daß solche gut netzenden Flüssigkeiten durch Eindringen in die Tracheen ein rasches Absterben der Tiere verursachen und betont, daß es schaumbildender, rasch trocknender Substanzen zum Verschluß der Stigmen nicht bedarf, was ursprünglich von Falck angenommen worden war. Letzterer hatte Versuche mit Resinol-, Natron-, Magnesia- und Kalziumlösung angestellt, die sich an der Luft rasch unter starker Harzabsonderung zersetzen. Die Versuche ließen sich mit den Falckschen Mitteln leider nicht nachprüfen, da die Bezugsfirma dieselben zur Zeit nicht mehr herstellt. Schon Falck hat versucht, die Wirkung dieser Mittel durch Zusätze zu steigern, was ihm mit Hilfe von CS_2 gelang. Auf Grund späterer Untersuchungen am Heuwurm kommt auch er zu der Ansicht, daß wenigstens bei diesen Tieren eine substanzielle Verstopfung der Stigmen überflüssig ist.

Aber auch sonst werden „Erstickungsmittel" verschiedentlich empfohlen. So schreibt Martini: „Die Seife wird aber auch gern solchen Mitteln zugesetzt, welche sich schon von selbst in Wasser lösen, weil die Benetzungsfähigkeit der Flüssigkeit dadurch wesentlich gebessert wird, was ihr Eindringen in Ritzen, Hautfalten, Kleidung und ihr Haften an dem Körper der Gliedertiere erleichtert." Ich kann wohl noch hinzufügen: Und das Eindringvermögen in die Tracheen steigert. Ferner kann, nach demselben Autor, Petroleum die Stigmen „verlegen" und die Hautatmung verhindern, und Petroleumemulsion (mit Seife) empfiehlt er gegen Flöhe und Wanzen. Auch er betont, daß Fette und Öle die Tiere und ihre Eier überziehen und ihnen das Atmen unmöglich machen. Für Reblauseier gilt das letztere nach Thiem und Kalandadze übrigens in ausreichendem Maße. In Nordamerika wird, wie Hollrung schreibt, als „Erstickungsmittel" besonders gegen Schnabelkerfe Fischöl (aus *Clupeus menhadden*) und Waltran benutzt. Paraffinöl, dem er hautätzende und erstickende Eigenschaften zuschreibt, wird in England oft als Grundstoff (zusammen mit Seife) für Bekämpfungsmittel verwendet. Benzin sei dagegen nur in größeren Mengen tödlich. Dies leuchtet mir deshalb ein, weil es sich im er-

[1]) 40 g graue Schmierseife, 50 g Amylalkohol, 200 g Spiritus, 1 l H_2O oder 30 g Schmierseife, 32 g Amylalkohol, 20 g Schwefelkalium, 1 l H_2O.

[2]) 1 kg Seife in 5 l heißem H_2O mit 250 g Quassiaholzspänen und 5 l Regenwasser auf 40 l verdünnen.

wähnten Fall um Erfahrungen bei der Bekämpfung von Bodeninsekten handelt und besonders, da als sehr widerstandsfähig Engerlinge, Drahtwürmer und *Otiorrhynchus*larven angeführt werden. Diese hatten ja auch bei den vorliegenden Versuchen ihren Stigmentypen entsprechend dem Eindringen von Flüssigkeiten den meisten Widerstand entgegengesetzt. Im Gegensatz dazu glaube ich nicht an eine nennenswerte Ätzwirkung des Paraffins auf der Körperoberfläche. Hollrung unterscheidet auch Magen-, Haut- und Atemgifte und Erstickungsmittel, und rechnet zu letzteren Rüböl (gegen Blutlaus), Leinöl (gegen Raupenspiegel), Palmenöl u. a. m. Er hält auch Rizinusöl für verwendbar. Terpentinöl (gegen *Haltica*, Raupen und Eischwämme von *Liparis dispar* L.) hält er sowohl für ein Erstickungsmittel als auch für ein Atemgift. Auch dies würde sich mit meinen Ergebnissen decken. Desgleichen empfiehlt er Petroleum als sehr gut, erwähnt aber auch die Schäden, die von demselben verursacht werden können. Siegler und Popenoe glauben, daß die Fettsäuren der Seifen durch die Körperoberfläche hindurch auf die Haemolymphe wirken. Selbstverständlich würden diese sicher durch die Tracheenwandungen hindurch auch rascher und intensiver wirksam werden. Deshalb ist es besonders wichtig, daß diese Mittel in die Tracheen eindringen können. Dasselbe vermuten McIndoo und Sievers von Quassiin (gegen Blutlaus), dessen Nervengiftwirkung sie sich erklären: „indem es mit Hilfe des Seifenzusatzes leicht in die Tracheen eindringt und von dort aus das Nervensystem beschädigt". Auch Trappmann glaubt nicht an die reine Erstickungswirkung, sondern mißt neben der mechanischen Verstopfung der Stigmen durch Seifen der ätzenden Wirkung ihres freien Alkalis größere Bedeutung bei. Er streift in seinem Buche außer der Bedeutung der Oberflächenspannung auch diejenige der Viskosität, indem er sagt: „... bei denen die chemischen Mittel durch physikalische Eigenschaften, wie Oberflächenspannung und Viskosität, einen mechanischen Verschluß der Atemöffnungen der Insekten bewirken oder aber in sie eindringen und dort die Oxydation verhindern". In bezug auf Ölemulsionen ist Trappmann der Meinung, daß deren Giftwirkung nur auf dem Luftabschluß der Schädlinge beruht. Sie sind nach ihm in Amerika die bekanntesten und gebräuchlichsten Pflanzenschutzmittel. Auch gibt er einfache Blutlausbekämpfungsmittel an (Leinöl, Spiritus, Benzol, Gemische von Schmierseife und Fuselöl), die wohl in erster Linie durch Eindringen in die Tracheen wirken. Leasch empfiehlt Wurmsamenöl (Oleum chenopodii anthelmintici) gegen in Wurzeln perennierender Pflanzen bohrende Insekten. Dagegen wandten Marchal und Vayssiére bei Entseuchung von Pflanzensendungen Unterdruck an, wodurch die Luft aus Lücken und Tracheen entweichen soll, so daß dann die Schwefelkalkbrühe, Ölemulsionen, Nikotinsulfat oder Nikotinlösungen eindringen können. Allerdings glaube ich nicht, daß dieses Verfahren das Eindringen der Flüssigkeiten in die Tracheen wesentlich

fördert. Es zeigt sich nämlich, daß man, falls man eine wäßrige Farblösung in die Tracheen auf diese Weise im Exsikkator hineinzupressen versucht, meist nur recht geringen Erfolg hat, so daß ich mir von diesem Unterdruckverfahren nicht viel verspreche. Flüssigkeiten mit guter Netzfähigkeit wirken sicher auch ohne Unterdruck und andere dürften auch bei Unterdruck nicht viel besser in die Tracheen eindringen.

Wir müssen aber schließlich noch auf Zachers Ergebnisse seiner *Carausius morosus*-Versuche eingehen. Er hat verschiedene Körperteile dieser Tiere mit Sesamöl bestrichen und ihr weiteres Verhalten beobachtet. Seine Ergebnisse kann ich allerdings auf Grund meiner vorliegenden Versuche nicht alle erklären. Manches ließe sich vielleicht besser verstehen, wenn die Versuchstiere nach ihrem Tode seziert worden wären, so daß man wüßte, wieweit das Sesamöl in die Tracheen eingedrungen ist, denn davon dürfte das weitere Verhalten der Tiere ja weitgehend abhängig sein. Trotzdem sind Zachers Untersuchungen für die vorliegenden Beobachtungen von größtem Interesse.

Das Weiterleben eines Tieres mit eingeölten Vorderstigmen kann ich mir leicht erklären, wenn angenommen wird, daß das Öl nicht sehr weit in die Tracheen eingedrungen ist, und somit die vorderen Vorderteile von den Nachbarstigmen mit versorgt werden konnten. Ähnlich lagen die Verhältnisse wohl bei einem Tier, dessen gesamte Stigmen einer Seite geölt waren, denn hier standen ja noch die Stigmen der anderen Körperseite zur Verfügung. Dagegen kann ich mir das Weiterleben der Stabheuschrecke, bei der alle Stigmen geölt waren, nur so erklären, daß wohl einige Stigmen nur oberflächlich benetzt wurden und eine Füllung des Tracheeneingangs hier nicht in allen Fällen erfolgte. Da ich ja bei den vorliegenden Versuchen wiederholt beobachten konnte, daß bei nur oberflächlicher Benetzung der Stigmen diese oft rasch wieder für den Luftdurchtritt zugänglich waren, kann dasselbe wohl auch als Erklärung für diesen Zacherschen Versuch angenommen werden, denn bei vollkommenem Verschluß der Stigmen ist ein Überleben länger als einen Monat gänzlich ausgeschlossen. Bei dem Bestreichen des gesamten Thorax mit Öl trat der Tod nach 24 Stunden ein. Hierbei sind vermutlich mindestens die Kopftracheen, vielleicht auch die übrigen Thoraxtracheen weitgehend imbibiert gewesen, denn auch bei meinen Versuchen habe ich gesehen, daß die Füllung der Kopftracheen zum baldigen Tode führt. Das Eintauchen des Abdomens und des ganzen Tieres muß natürlich zu einer ausreichenden Füllung der Tracheen durch Öl und somit zum Tode führen. Ebenso wahrscheinlich mußte auch nach meinen Ergebnissen eine Ölung des Kopfes für das Tier unschädlich sein. Die Ölung von Pro- und Mesothorax wird wohl auch durch Füllung der Kopftracheen die plötzliche Lähmung und nach vier Tagen den Tod hervorgerufen haben, denn auch bei meinen Versuchen trat ja nach einseitiger Imbibition der Kopftracheen anfangs Lähmung ein. Bei Ölung von Kopf und Prothorax,

welche die Tiere überstanden, sind vermutlich nicht viel Tracheen angefüllt worden. Nicht verständlich ist mir die Beobachtung Zachers, daß bei Ölung der Oberseite des Mesothorax, der keine Stigmen trägt, die Tiere sofort gelähmt und nach 8 Tagen tot waren. Zacher folgerte aus seinen Ergebnissen, daß die Öle nicht allein als „Erstickungsmittel" wirken, zumal auch ein 24 Stunden im Stickstoff gehaltenes Tier sich wieder erholte. Auf Grund der vorliegenden Versuche kann zu den Zacherschen Beobachtungen einiges hinzugefügt werden. Die Giftwirkung auf die Oberfläche des Körpers halte ich bei den von mir verwendeten Ölen, soweit sie nicht spezielle Gifte enthielten, für sehr unwahrscheinlich. Inwieweit eine solche bei Sesamöl angenommen werden kann, wage ich nicht zu entscheiden. Es spricht aber meiner Meinung nach dagegen, daß eine Ölung von Thoraxteilen das Tier geschädigt haben, während eine Kopfölung ohne Schaden war. Dagegen ist meiner Meinung nach eine solche Wirkung durch die Tracheenwand hindurch durchaus möglich, und es sprechen ja auch einige Beobachtungen dafür. Besonders aber scheint mir ein solcher Einfluß dann möglich zu sein, wenn die Tracheenendzellen und Kapillaren vom Öl erreicht werden. Es dürfte dabei tatsächlich, zumindest in einigen Fällen, eine Lähmung der imbibierten Partien erfolgen. So konnte bei der Imbibition einzelner Stigmen, z. B. bei Wachsmotten raupen, eine sofortige Lähmung der zugehörigen Abdominalbeine beobachtet werden, die auch meines Erachtens nicht durch einfache Erstickungsvorgänge zu erklären ist. Allerdings könnte man daran denken, daß außerdem durch die Unterbindung der CO_2-Abgabe eine Erstickungsnarkose durch Kohlendioxyd eintreten könnte. Doch dürfte auch hier noch nicht das letzte Wort gesprochen sein, da sich verschiedene Mittel und wohl auch verschiedene Tierarten nicht gleichartig zu verhalten scheinen.

Wir müssen also wohl die Kontaktmittel unter diesen Gesichtspunkten trennen in solche, bei denen eine Berührung der Körperoberfläche genügt, und denen, die nur innerhalb der Tracheen, also wohl durch deren dünne Wandungen hindurch oder deren Endzellen wirksam werden. Wenn es sich hierbei auch nur um einen graduellen Unterschied handelt, so ist er doch in der Praxis von Wichtigkeit.

IV. Bemerkungen zu einigen Spritzmitteln

Betrachten wir uns nun die Wirkung einiger Spritzmittel unter den vorliegenden Gesichtspunkten.

Das von der Deutsch-Amerikanischen Petroleumgesellschaft in den Handel gebrachte Petroleumraffinat „Flit" wurde von Wilhelmi und Kunike auf seine Brauchbarkeit für die Insektenbekämpfung geprüft. Es stellte sich dabei heraus, daß Fliegen und Mücken beim Bespritzen zu Boden fallen und bei ausreichender Dosis nach wenigen Minuten sterben; bei geringerer Flüssigkeitsmenge werden die

Tiere nur vorübergehend betäubt, weshalb sich ein baldiges Zusammenkehren und sofortige Vernichtung empfiehlt. Die beiden Autoren schreiben hierzu: „Offenbar handelt es sich dabei um eine durch die Tracheen vermittelte Giftwirkung des ‚Flit'..." „Ferner konnten Mückenlarven mit Erfolg bekämpft werden, wenn einige Tropfen Flit auf die Wasseroberfläche gebracht wurden. Es bildet dann ebenso wie Petroleum oder Salvinol eine äußerst feine Schicht auf der Wasseroberfläche. Mit Hilfe von 4 Tropfen Flit auf 300 qcm Oberfläche waren nach 2 Stunden alle Mückenlarven tot, während Schnecken, Kleinkrebschen usw. nach 24 Stunden noch unbeschädigt waren." Dies war ja nach der Atmungsweise und der Lage der Stigmen auch zu erwarten. Ebenso starben *Daphniden,* die an der Oberfläche direkt mit dem Flit in Berührung gekommen waren. Vergleichen wir die ersten Ergebnisse mit den in den vorliegenden Versuchen beobachteten Tatsachen, so ist folgendes festzustellen. Obgleich Flit einen für den Menschen intensiv wahrnehmbaren Geruch von sich gibt, wurden Pappelblattkäfer in Flitatmosphäre nicht geschädigt. Dagegen ist die Eindringfähigkeit des Flit in die Tracheen sehr groß. Wird demnach eine ausreichende Menge Flüssigkeit bei der Spritzung angewendet, so daß nach Benetzung des Körpers die Tracheen sich mit Flüssigkeit füllen können, so werden die Tiere rasch abgetötet; wenn sie dagegen von wenig Flit getroffen werden, tritt nur eine kurze Betäubung ein, aus der die Tiere nach Verdunstung der Flüssigkeit wieder erwachen. Auch bei der Mückenlarvenbekämpfung dürfte eine Anfüllung der Tracheen mit Flit in Frage kommen. Das Verenden der mit Flit in Berührung gekommenen *Daphniden* muß allerdings andere Ursachen haben. Entweder wirkt Flit hier als Berührungsgift oder die Kiemen werden außer Funktion gesetzt. Letzteres möchte ich allerdings für sehr unwahrscheinlich halten, da die Kiemen ja mit Wasser angefeuchtet sind, und deshalb einer restlosen Benetzung durch eine ölige Flüssigkeit einigen Widerstand leisten werden. Die Wilhelmi-Kunikeschen Ergebnisse lassen sich also gut mit den vorliegenden Beobachtungen in Einklang bringen.

Von Cuprex wird schon in einem von der Firma beigefügten Prospekt die Bekämpfung von Kopfläusen ein Eindringen in die Atmungslöcher behauptet, und Loewenstein schreibt über „Cuprex in der humanen Ungezieferbekämpfung" „nach Steigerung der Bewegungsäußerung trat sehr bald ein Lähmungszustand ein. Die Art des Absterbens läßt auf einen Erstickungsvorgang schließen". Auch meine Erfahrungen sprechen für diese Ansicht, denn trotz großer Viskosität drang die Flüssigkeit beim Tauchverfahren sehr weit, wenn auch nicht allzu rasch, in die Tracheen ein. Daß trotzdem der Tod verhältnismäßig schnell eintrat, spricht außerdem für eine stärkere Giftwirkung. H. Rosenberg teilt mit, daß *Phtirius inguinalis* nach 2 Minuten tot waren, was sich auch ungefähr mit meinen Tauchergebnissen beim Pappelblattkäfer decken würde.

Über Xylamon Spezial Natur, das nach Escherich als Holzschädlingsbekämpfungsmittel ausgezeichnet wirkt, läßt sich auf Grund der vorliegenden Versuche das Folgende sagen. Trotzdem das Mittel bei den reinen Benetzungsversuchen schwach netzte, drang es beim Eintauchverfahren sehr tief in die Tracheen ein. Da es als Holzimprägnierungsmittel Verwendung findet, steht bei seiner Anwendung ausreichende Zeit zum Eindringen in das Holz vielleicht auch in die Tracheen der in diesem lebenden Larven zur Verfügung, so daß die Escherichschen Erfolge trotz etwas größerer Oberflächenspannung und Viskosität vollauf zu verstehen sind. Eine gewisse Atemgiftwirkung kann nach meinen Versuchen zweifellos gleichfalls angenommen werden, da die Pappelblattkäfer im Atmungsversuch nach 72 Stunden tot waren, ohne mit der Flüssigkeit selbst in Berührung gekommen zu sein, und auch Gößwald Xylamondämpfe als giftig bezeichnet. Der lange Zeitraum, der hierzu nötig war, dürfte bei der Beurteilung auch nicht von Bedeutung sein, da ja in der Praxis eine lange Einwirkungszeit zur Verfügung steht. Inwieweit hier tatsächlich eine Füllung der Tracheen der Larven innerhalb des Holzes in Frage kommt, müssen erst weitere Untersuchungen zeigen.

Selbstverständlich sind auch ganz einfache Mittel recht brauchbar. Hier seien von den Mitteln, bei denen gleichfalls eine weitgehende Füllung der Tracheen sicher ist, nur genannt: Brennspiritus, mit dem man gegen Blutlaus pinseln kann, Petroleum, das gegen San José-Schildlaus, *Psylla piricola* u. a. empfohlen wird, und dessen Wirkung als Reblausbekämpfungsmittel von Thiem und Kalandadze eingehend erörtert worden ist. Ferner sei noch an Leinöl erinnert, das u. a. Zacher zur Schädlingsbekämpfung empfohlen hat.

V. Praktische Auswertungen

Die Imbibitionsversuche haben gezeigt, daß es bei der Anwendung von Spritzmitteln oftmals von Wichtigkeit ist, ob und wieweit bzw. wie rasch ein solches Mittel in die Tracheen des Schädlings eindringen kann. Um dies beurteilen zu können, reicht es nicht aus, wenn wir das Mittel nur mit einer der üblichen Methoden, mit der bisher die Netzfähigkeit der Spritzmittel geprüft wurde, erproben. Selbstverständlich werden diese Methoden besonders die Trappmannsche Stalagmometermethode, auch fernerhin ihre Wichtigkeit für die Prüfung der Netzbarkeit nie verlieren, da sie jederzeit vergleichbare Werte schafft, und wir nicht in jedem Fall zeitraubende Tierversuche durchführen können. Doch ist es, wie sich gezeigt hat, nicht ganz unwichtig, auch an den Tieren selbst die in der Natur wirklich vorliegenden Verhältnisse zu untersuchen, selbst wenn sie etwas unübersichtlicher und komplizierter sind. Einen wertvollen und mühevollen Beitrag hat hierzu schon Stellwaag geliefert, indem er mit Hilfe seines Randwinkelmeßapparates die Netzfähigkeit von Flüssigkeiten gegenüber tierischen und pflanzlichen Oberflächen festgestellt hat. Wenn wir nun genau über

Bau und Funktion des Atemsystems der Schädlinge informiert sind und sein Verhalten gegenüber den verschiedenen Flüssigkeiten kennen, so ist uns eher möglich, das richtige Mittel an der richtigen Stelle und zum geeignetsten Zeitpunkt anzuwenden. So können wir aber auch beurteilen, welche Tiere der betreffenden Biocönose des Schädlings eventuell gleichzeitig gefährdet sind, und somit kann durch Anwendung eines geeigneten Mittels eine Schädigung anderer Tiere oftmals vermieden werden. Es läßt sich z. B. im voraus sagen, daß bei einer Mückenlarvenbekämpfung mit Hilfe einer öligen Flüssigkeit z. B. Petroleum, Flit (s. Wilhelmi und Kunike), die keine schädlichen Stoffe in das Wasser abgibt, u. a. alle Wasserkäfer, Wasserwanzen u. ä. zugrunde gehen werden, da sie an die Wasseroberfläche zur Luftaufnahme kommen müssen, während die Köcherfliegenlarven usw. nicht getötet werden. Mit einem mit Wasser mischbarem Gift wird aber meist alles abgetötet, so daß man dieses Verfahren nur bei Regentonnen und ähnlichem anwenden kann. Ein weiterer Vorteil liegt bei der öligen Flüssigkeit ferner in der Materialersparnis, da hier ja nur die Wasseroberfläche in ganz dünner Schicht überzogen wird.

Die Eindringfähigkeit der Mittel hing sowohl von ihrer Oberflächenspannung als auch von ihrer Viskosität ab. Wir müssen demnach außer einer geringen Oberflächenspannung auch eine geringe Viskosität anstreben. Allerdings kommt es hierbei auf die Anwendungsweise des Mittels an. Handelt es sich um ein reines Spritzmittel, das ist Schädlinge meist nur in geringer Menge trifft, so gelten die bereits erwähnten Grundsätze. Haben wir es aber mit einem Mittel zu tun, welches zum Pinseln oder zum Eintauchen dienen soll, so kann die Viskosität ruhig etwas größer sein, da bei geringer Oberflächenspannung dann trotzdem genug Flüssigkeit in das Tracheensystem eindringen wird. Unter diesen Gesichtspunkten bewährt sich die Stalagmometermethode bei der Mittelprüfung ausgezeichnet, da man durch sie sowohl ein Bild von der Oberflächenspannung als auch von der Viskosität der Versuchsflüssigkeiten erhält. Das Stadium bzw. das Alter bei manchen Insektenlarven spielt ebenso wie die Form der Stigmen bis zu einem gewissen Grade eine Rolle für die Geschwindigkeit beim Eindringen von Flüssigkeiten.

VI. Folgen der partiellen Imbibition

Außer den bereits behandelten direkten Folgen der Imbibition, die beim imbibierten Stadium zu beobachten sind, lassen sich auch bei den weiteren Entwicklungsstadien viele Veränderungen feststellen, deren genauere Untersuchung nicht uninteressant ist. Um diese Vorgänge am einzelnen Tier eingehend verfolgen und die während der Entwicklung anfallenden Häute für Dauerpräparate gewinnen zu können, wurden die Wachsmottenraupen, die fast ausschließlich zu diesen Versuchen verwendet wurden, einzeln in Glasröhrchen von etwa 5 cm Länge und 6 mm lichter Weite zusammen mit Bienenwaben-

stückchen gebracht. Die Enden dieser Röhrchen wurden mit Wattepfropfen verschlossen. Die Tiere entwickelten sich in diesem beschränkten Raum ausgezeichnet weiter.

Das Material für Dauerpräparate wurde in der üblichen Weise mit Kalilauge mazeriert und mit Pyrogallol angefärbt, um die feineren Tracheen und die Borsten der Stigmen besser sichtbar zu machen.

1a. Stigmenmißbildungen bei Schmetterlingen durch partielle Tracheenimbibition

Bereits in einer früheren Arbeit (1934) habe ich gezeigt, daß Stigmen, wenn ihnen Olivenöl bzw. Terpentinöl imbibiert wurde, nach der auf die Imbibition folgenden Häutung zur Mißbildung neigen. Um die neuen Ergebnisse, welche die früheren Untersuchungen in vieler Hinsicht ergänzen, klar darstellen zu können, muß in diesem Kapitel ab und zu auf die früheren Ergebnisse nochmals kurz Bezug genommen werden. Wie schon erwähnt, wurden als Versuchstiere Exemplare der Kleinen Wachsmotte und des Pappelblattkäfers verwendet, von denen sich auch bei den vorliegenden Versuchen wieder erstere als besonders dankbares Objekt erwiesen. Einmal, weil sich die partielle Imbibition hier leicht durchführen ließ, die Tiere überaus widerstandsfähig waren und die Imbibition sehr gut überstanden, und da sie außerdem wie kein anderes bisher untersuchtes Tier zur Stigmenmißbildung neigten, und ferner viele Stadien (nach Kunike 10) haben, so daß sich noch bequem Regenerationsvorgänge beobachten ließen. Bei manchen anderen Raupen, wie z. B. bei denen des Seidenspinners fanden sich gleichfalls Mißbildungen verhältnismäßig häufig, sie traten aber nicht in so viel verschiedenen Formen auf, wie bei den Wachsmottenraupen. Hinzu kam bei diesen Tieren die überaus einfache Haltung, welche zeitraubende Fütterung ersparte.

Die Raupen der Kleinen Wachsmotte haben am 1. Thorakal- und am 1. bis 8. Abdominalsegment je ein Stigmenpaar. Während das 1. bis 7. Abdominalstigma klein (0,07 . 0,05 mm Durchmesser bei erwachsener Raupe) und fast rund ist, ist das letzte Stigma bedeutend größer und elliptisch (0,14 . 0,1 mm). Von beiden Stigmen wurden bereits in meiner früheren Arbeit [1]) Abbildungen gegeben, auf die hier verwiesen sei. Das Thorakalstigma (Abb. 3) ist fast so groß wie das letzte Abdominalstigma und gleichfalls annähernd oval, kopfwärts ein wenig abgeflacht. Es wurden in der Hauptsache das Thorakalstigma und die beiden letzten Stigmen imbibiert, und es zeigte sich sowohl bei den früheren als auch bei den vorliegenden Versuchen, daß beim letzten Stigma die meisten Mißbildungen auftraten. Der Grund hierfür ließ sich leider nicht feststellen. Jedenfalls lag es bestimmt nicht daran, daß das Öl eventuell in das bedeutend größere letzte Stigma besser eindrang, denn ein nennenswerter Unterschied war im Gegensatz zu den ersten, gleichfalls größten Abdominalstigma der Imagines des Pappel-

[1]) Formveränderungen und Degeneration von Stigmen durch Ölinjektion. Zeitschr. wiss. Zool. 146, 1934.

blattkäfers, bei welchem am getöteten Tier ein rascheres Eindringen beobachtet wurde, nicht zu erkennen. Man könnte vielleicht auch daran denken, daß das Öl von den Tieren aus den dem vorletzten Stigma benachbarten Tracheen leichter entfernt werden könne, als aus den Tracheen des letzten Stigmas, doch auch hierfür ließen sich keine Anhaltspunkte finden. Es konnten aber auch an allen anderen Stigmen, sowohl am Thorax als auch am Abdomen, Mißbildungen erzeugt werden.

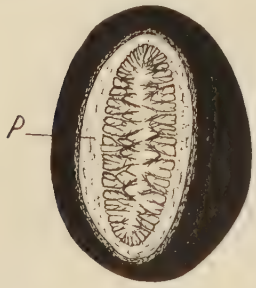


Abb. 3. Linkes Thorakalstigma der Raupe von *Achroea grisella* F. Vergr. 350fach

Wurden nun Stigmen der Wachsmottenraupen mit Olivenöl, das, um sein Eindringen in die Tracheen besser verfolgen zu können, mit Sudan III angefärbt worden war, imbibiert, so traten sehr verschiedene Mißbildungen auf. Im einfachsten Falle waren nach der nächsten Häutung sonst normal gestaltete Stigmen dunkler gefärbt. Sie konnten aber auch beträchtlich größer sein als normal: dann waren sie meist rundlich statt elliptisch, und die Borsten, welche die Atriumwand normalerweise bedecken und die Stigmenöffnungen überdecken und die oft verzweigt sind und ihrerseits wieder feine Börstchen tragen, sind dann mehr oder weniger stark geschwunden, so daß das Stigma weit offen und fast ohne Borstenschutz ist (Abb. 4). Die Umrisse des Peritrems sind in diesem Fall meist etwas unregelmäßig gestaltet. Die größeren Borsten können vollkommen schwinden, so daß sich ringsum nur haarähnliche Börstchen finden, dann ist das Peritrem sehr stark verbreitet. Einer anderen bedeutend vergrößerten Form mangeln jegliche Borsten, das Atrium verjüngt sich intensiv nach innen, und die innere Öffnung ist somit nur sehr klein. Bei dem in der früheren bereits erwähnten Arbeit als Abb. 4 gezeigten Stigma, ist eine gerade bei diesem Typus öfter auftretende schorfähnliche Bildung zu sehen, auf die später nochmals zurückzukommen ist.

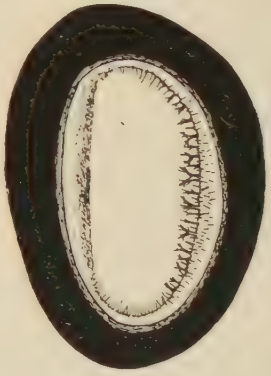


Abb. 4. Linkes Thorakalstigma der Raupe von *Achroea grisella* F. Mißbildung nach Ölimbibition. Vergr. 350fach

Es gibt aber auch eine entgegengesetzte Entwicklungsrichtung, bei der die Stigmenmißbildungen wesentlich verkleinert sein können. Auch hierbei kommt manchmal eine starke Verdunklung der stärkeren Chitinteile vor, alle Teile des Stigmas können aber trotz der Verkleinerung noch vorhanden sein. Die Reduktion kann weitergehen: es ist in diesem Fall nur noch ein schwach gefärbtes Peritrem vorhanden, in dessen Innerem sich eine faltige Haut ausspannt, der vermutlich eine Öffnung gefehlt haben dürfte. Bei einem weiteren ähnlichen Exemplar fand

sich in der Mitte ein Gebilde, das ich als Schorf bezeichnen will, wobei dahingestellt sei, ob es sich hierbei tatsächlich um einen echten Schorf handelt. Dasselbe gilt für alle weiteren unter dieser Bezeichnung erwähnten Mißbildungen. Außerdem kann sich statt des Stigmas ein mehr oder weniger umfangreicher, dunkelbrauner Schorf finden, der entweder größer oder auch kleiner als das normale Stigma sein kann. Diese Schorfe können von einem mehr oder weniger vollständigen Peritrem umgeben sein. Sie werden uns weiter unten nochmals beschäftigen. Wiederholt konnte ein restloser Schwund der Stigmen festgestellt werden, dann war an Stelle des Stigmas vollkommen normale Haut getreten. Ähnliche Mißbildungen können an allen Stigmen auftreten, wenn auch bei den übrigen Stigmen nur verhältnismäßig wenige Vergleichsversuche gemacht worden sind, und somit nicht überall eine solche Formenmannigfaltigkeit erzielt werden konnte, doch bezweifle ich nicht, daß bei einer genügend großen Anzahl von Versuchen an jedem beliebigen Stigma der Wachsmotten raupe alle erwähnten Formen zu erzielen wären. Ferner haben sich auch bei allen Häutungsstadien dieselben Ergebnisse gezeigt. Da nun von Interesse ist, warum trotz gleicher Behandlung verschiedene Mißbildungen auftreten, wurden schon früher von mir Versuche angestellt, die trotz ihrer zum Teil negativen Ergebnisse hier mit gestreift werden müssen. Eine verschiedene Veranlagung der Tiere kommt als Ursache nicht in Frage, da bei wiederholter Imbibition verschiedener Stadien desselben Tieres die Entwicklung der Stigmen in entgegengesetzter Richtung verlaufen kann. Das Alter der Larven scheidet deshalb gleichfalls als Bestimmungsfaktor aus. Desgleichen zeigte sich, daß verschiedene Flüssigkeiten in gleicher Weise wirken können. Das gilt selbst für so verschiedene Mittel wie Olivenöl, Terpentin, Paraffinum liquidum, Xylamon, Cuprex, Floraevit und Kernseife. Allerdings wurden auch hier, außer mit den zuerst genannten drei Mitteln, nur wenige Vergleichsversuche angestellt, bei denen sich aber auch verschiedene Formen fanden. Dagegen stellte sich heraus, daß sich bei einigen Schädlingsbekämpfungsmitteln, die sich im übrigen gut imbibieren ließen, keine Mißbildungen zeigten. Es handelt sich hierbei um das Ulmensplintkäfermittel und Chrysanthol, und auch bei Dekalit S fand sich nur ein verändertes (vergrößertes) Stigma. Damit soll nicht gesagt sein, daß man nicht durch eine große Menge von Versuchen auch bei diesen Mitteln eine Anzahl Mißbildungen erzielen könnte, doch schienen die Tiere bei Imbibition dieser Mittel immerhin weniger zu Mißbildungen zu neigen. Was können nun die Gründe für diese Tatsache sein? Es zeigte sich, daß z. B. Chrysanthol an der Luft verhältnismäßig rasch verdunstet. Da dies auch in den Tracheen angenommen werden kann, und in diesen nach einigen Tagen tatsächlich eine Verminderung der Flüssigkeitsmenge festgestellt werden konnte, wurde zum Vergleich Wachsmotten raupen Brennspiritus imbibiert, was leicht gelang. Auch hier waren die Tracheen bereits am nächsten Tage wieder luftgefüllt und Mißbildungen ließen sich nirgends

feststellen. Es dürfte sich also vielleicht auch bei den übrigen in diesem Zusammenhang erwähnten Flüssigkeiten um die Folge rascher Verdunstung handeln.

Weil der Verdacht bestand, daß für die Form der Mißbildungen vielleicht der Zustand der Raupen im Augenblick der Imbibition eine Rolle spielen könne, wurden Raupen kurz vor einer Häutung, kurz danach und zwischen zwei Häutungen imbibiert. Da sich aber die Häutungsvorgänge bei den Wachsmottenraupen weniger gut überwachen ließen, wurden zu diesen Versuchen die dazu geeigneteren Seidenraupen genommen. Dabei wurde gleichzeitig festgestellt, in welcher Weise sich eine andere Schmetterlingsart gegen Flüssigkeitsimbibition in die Tracheen verhielt. Leider fand sich hier fast nur eine Form, und zwar (Abb. 10) verkleinerte, sonst aber normal gestaltete Stigmen, die manchmal etwas Borstenreduktion zeigten. Auffällig war aber, daß die Veränderungen bei kurz vor der Häutung imbibierten Raupen wesentlich häufiger auftraten als bei früher imbibierten Tieren. Dies deckte sich nicht mit den Ergebnissen, die erzielt wurden, bei Imbibition von Wachsmottenraupen während des Winters. Da diese sich während dieser Zeit selbst im geheizten Zimmer selten häuteten, blieb die Flüssigkeit lange Zeit in den Tracheen, und es wurden hierbei gerade bei lange vor der Häutung imbibierten Tieren die meisten Mißbildungen erreicht.

Endlich sei noch das Verhalten der dem imbibierten Stigma benachbarten Tracheen kurz gestreift. Wie Abb. 9 und 10 zeigt, können diese Tracheen bedeutend schwächer entwickelt sein und färben sich mit Pyrogallol auch weniger, sind also wohl auch dünnwandiger. Diese Entwicklung kann sogar bis zur völligen Reduktion gewisser Tracheenäste führen. So war bei einer Wachsmottenraupe zwischen dem imbibierten (übrigens völlig reduzierten) Stigma und dem nächsten Stigma der Tracheenlängsast verschwunden. Eine solche Reduktion braucht aber nicht in allen Fällen einzutreten, ich habe sie im Gegenteil nur selten beobachtet. Ja selbst in Fällen vollkommenen Fehlens des Stigmas können die zugehörigen Tracheen voll entwickelt sein (Abb. 21). Worauf diese Verschiedenheit in der Tracheenausbildung beruht, konnte vorerst noch nicht festgestellt werden.

Sehen wir uns die Puppen der Wachsmotten näher an, so finden wir normal am 2. bis 7. Abdominalsegment je ein wohl entwickeltes Stigmenpaar, während sich am 8. Abdominalsegment nur eine Narbe befindet. Die Raupe dagegen hatte, wie wir uns erinnern, am 1. bis 8. Abdominalsegment je ein vollentwickeltes Stigmenpaar. Die normale Form der letzten beiden Paare interessiert uns besonders, da an ihnen die folgenden Versuche durchgeführt wurden. Alle Abdominalstigmen der Puppe sind elliptisch, das 6. (7. Abdominalsegment) ist etwas rundlicher (Abb. 5). Am oberen Teil der Stigmengrubenwand und am inneren Peritremrand sitzen Borsten verschiedener Größe, deren größte teilweise kleinere Börstchen tragen. Die Narbe (Abb. 7) stellt eine oder

mehrere nebeneinander liegende senkrechte, oftmals etwas gewellte Falten dar, die oben und unten meist etwas umgebogen und länger als ein normales Stigma sind.

Abb. 5. 6. linkes Abdominalstigma der Puppe von *Achroea grisella* F. Vergr. 350fach

Auch an den Puppen ließen sich auf dieselbe Weise wie an den Raupen Mißbildungen erzielen, und zwar fast stets, wenn das letzte Raupenstadium imbibiert wurde. Bei früherer Imbibition fanden sich meistens normale Stigmen bei der Puppe, selbst wenn das letzte Raupenstadium Mißbildungen gezeigt hatte, nur bei einigen als jüngere Raupenstadien mit Terpentin imbibierten Tieren und im Winter ausgeführten Versuchen ließen sich ebenfalls bei den Puppen Mißbildungen erzielen. Von den verschiedenen Formen sei hier nur ein Exemplar angeführt (Abb. 6), das normal lang, aber fast rund war. Von den großen Borsten waren nur kopfwärts einige erhalten, sonst waren nur noch kleine Börstchen vorhanden. Auch waren an Stelle dieses Stigmas häufig große, runde dunkelbraune Schorfe zu sehen. Ähnliches galt von der Narbe des 8. Abdominalsegmentes; auch diese konnte durch einen großen rundlichen Schorf ersetzt sein. In einem Fall fand sich das in Abb. 8 wiedergegebene Gebilde. Eine unregelmäßige scheinbare Öffnung war von dunkelbraunen, unregelmäßig gestalteten Chitinrändern umgeben, von denen seitlich stark chitinisierte Falten ausgingen. Ob allerdings dieses Ge-

Abb. 6. 6. linkes Abdominalstigma der Puppe von *Achroea grisella* F. Mißbildung nach Imbibition des letzten Raupenstadiums. Vergr. 350fach

Abb. 7. Rechte Narbe am 8. Abdominalsegment der Puppe von *Achroea grisella* F. Vergr. 350fach

Abb. 8. Linke Narbe am 8. Abdominalsegment der Puppe von *Achroea grisella* F. Mißbildung nach Imbibition des letzten Raupenstadiums. Vergr. 350fach

Abb. 9. Rechtes vorletztes Abdominalstigma der Raupe von *Bombyx mori* L. mit den benachbarten Tracheen. Vergr. 80 fach

bilde wirklich offen war, ist sehr zweifelhaft.

Die Mißbildungen der Imagines der Kleinen Wachsmotte waren beim lebenden Tier im Hinterende meist schon durch eine Anschwellung der imbibierten Körperseite zu erkennen. Auch hier handelte es sich im allgemeinen um ein Rundlicherwerden der betroffenen Stigmen. Sie traten meist als Folge der voraufgegangenen Mißbildungen an Puppen auf. Die Anschwellungen fanden sich demnach meist auch nach Schorfbildungen an der Narbe der Puppe.

1b. Stigmenmißbildungen bei Käfern durch partielle Imbibition

Nunmehr soll über Stigmenmißbildungen bei Käfern berichtet und dabei einige weitere Probleme erörtert werden. Als Versuchstiere dienten Larven und Puppen des Pappelblattkäfers. Die Imbibition erfolgte auch hier mit durch Sudan III angefärbtem Olivenöl. Dieses wurde bei den Larven in der bereits früher beschriebenen Weise an die Stigmen gebracht und drang meist sehr rasch ein. Es ist dabei aber zu beachten, daß man zuvor die aus den Wehrdrüsen der Larven hervortretenden Tropfen möglichst mit Fließpapier entfernt, damit die Flüssigkeit nicht die Körperoberfläche verunreinigt und die Imbibition erschwert. Die Imbibition der Puppenstigmen kann man sich dadurch erleichtern, daß man einige Fließpapierfasern mit Öl tränkt und sie auf die betreffenden Stigmen, wie bereits beschrieben, auflegt. In der vorliegenden Untersuchung wird gezeigt, wie sich Pappelblattkäferstigmen

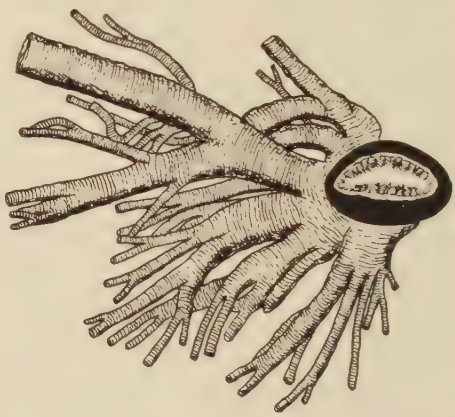


Abb. 10. Linkes vorletztes Abdominalstigma der Raupe von *Bombyx mori* L., mit den benachbarten Tracheen nach Imbibition des vorhergehenden Stadiums. Vergr. 80 fach.

der Ölimbibition gegenüber verhalten, besonders aber soll dabei festgestellt werden, inwieweit Mißbildungen sich an den Stigmen der Imagines finden, da sich gerade letzteres an den Wachsmotten sehr schlecht erkennen ließ.

Die Larven des Pappelblattkäfers besitzen am Prothorax und am 1. bis 8. Abdominalsegment je ein Stigmenpaar, während die Puppen am Prothorax und am 1. bis 5. Abdominalsegment Stigmen tragen, dagegen sind an den weiter hinten gelegenen Segmenten nur Stigmennarben erkennbar. Die Mißbildungen der Larven sollen hier nur kurz gestreift werden, da sie gegenüber den Verhältnissen bei Schmetterlingen nichts prinzipiell Neues bringen. Im großen und ganzen läßt sich sagen, daß durch die Imbibition hier meist eine mehr oder weniger starke Reduktion der Stigmen eintritt. Dies gilt für alle Stigmen in gleicher Weise. Eine Vergrößerung der Stigmen habe ich hier nicht beobachten können, obgleich sie natürlich vorkommen könnte. Das Peritrem ist oft nur sehr schwach gefärbt und meist etwas unregelmäßig gestaltet, die Börstchen können ganz verschwinden. Die Reduktion kann hier ebenfalls so weit gehen, daß vom Stigma nur noch eine Narbe übrig ist. Es fanden sich auch bei den Käferversuchen Stigmen, die durch einen dunklen Chitinpfropf verschlossen waren.

Abb. 11. 4. rechtes Abdominalstigma der Puppe von *Melasoma tremulae* F. Vergr. 450fach

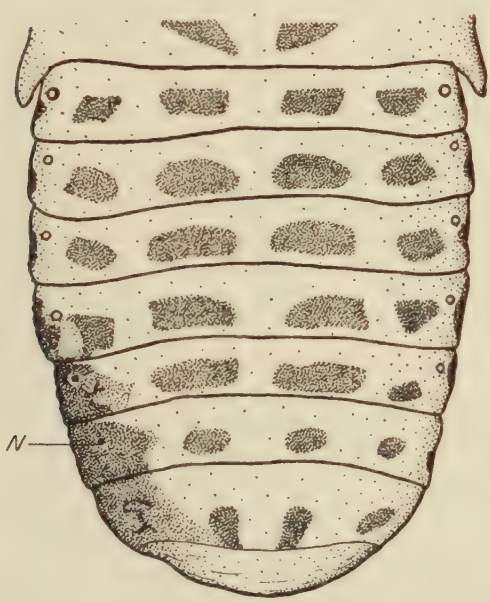


Abb. 12. Dorsalansicht der Puppe von *Melasoma tremulae* F. nach Imbibition der letzten beiden linken Larvenstigmen. Vergr. 17fach

Die Stigmen der Puppe ragen mehr oder weniger über die Körperoberfläche hervor, besonders liegt das thorakale, welches das größte ist, auf einem Kegel. Sie sind alle nahezu kreisrunde Gebilde (Abb. 11), deren Atriumwand bis tief in das Innere sehr feine kurze Börstchen trägt.

Auch hier erhält man bei Imbibition des letzten Larvenstadiums Mißbildungen an den

Stigmen der Puppen. Werden die hintersten Stigmenpaare der Larve imbibiert, an deren Stelle sich bei der Puppe nur Narben befinden, so entstehen oft unregelmäßig begrenzte, dunkelbraune Chitinplatten (Abb. 12 N), die sogar etwas größer als ein normales Stigma sein können. Bedeutend interessanter ist aber eine andere Bildung, die in einigen Fällen

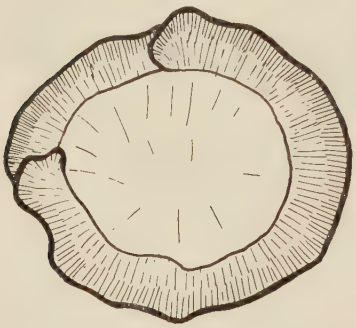


Abb. 13. 4. linkes Abdominalstigma der Puppe von *Melasoma tremulae* F., Mißbildung nach Imbibition des letzten Larvenstadiums. Vergr. 450 fach

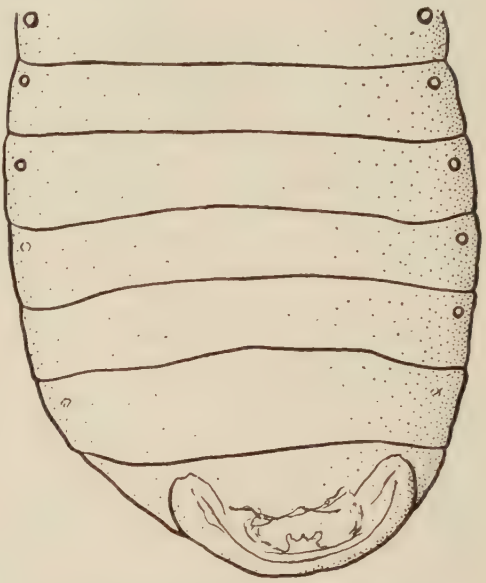


Abb. 14. Ventralansicht der Puppe von *Melasoma tremulae* F. nach Imbibition der letzten beiden linken Larvenstigmen. Vergr. 17 fach

am 6. Abdominalsegment der Puppe festgestellt werden konnte. Es fand sich hier an Stelle der Narbe ein Gebilde, das kreisrund war und ein dunkelbraunes Peritrem mit scharfen Konturen besaß. Das ganze war klein, und sein Durchmesser war nur halb so lang wie derjenige des normalen hinteren Abdominalstigmas. Dieser Ring konnte auch noch etwas größer werden, er blieb aber stets etwas kleiner als ein normales Stigma. Börstchen waren nicht vorhanden, desgleichen konnte keine Öffnung gefunden werden. Erwähnt sei ferner, daß die Körperoberfläche in der Nähe von Stigmen- und Narbenmißbildungen mehrmals dunkel gefärbt war. Außerdem waren diese Stellen dann oft stark gefaltet und eingesunken (Abb. 12). Doch dürfen nicht alle erzielten Schwärzungen mit der Imbibition in Verbindung gebracht werden. Es zeigten sich bei einigen Puppen Verdunkelungen der Körperoberfläche, die von Schorfstellen des Körpers ausgingen, also wohl die Folge einer Ver-

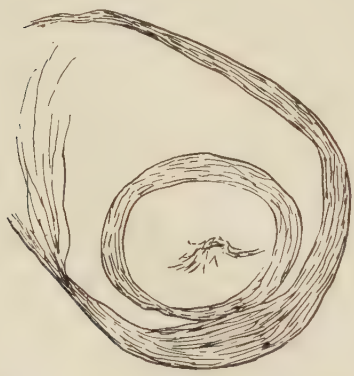


Abb. 15. Stigmennarbe am 6. Abdominalsegment der Puppe von *Melasoma tremulae* F. Vergr. 450 fach.

letzung waren, inwieweit die hier gleichzeitig auftretenden Stigmenmißbildungen durch die Imbibition oder durch die benachbarte Verletzung veranlaßt worden ist, oder ob beide bei der Entstehung mitgewirkt haben, läßt sich schwer entscheiden.

Auch bei den Puppen wurden ebenso wie bei den Larven nur Verkleinerungen, Reduktion der Borsten (Abb. 13) und vollkommener Schwund von Stigmen (Abb. 14) beobachtet. Während die normale Narbe des 6. Abdominalsegmentes noch sehr deutliche kreisförmige Falten hat (Abb. 15), konnte die Reduktion des 5. Abdominalstigmas so weit gehen, daß sich nur noch ein kleines halbmondförmiges Faltenstück vorfand (Abb. 16). Es gelang übrigens auch, das Thorakalstigma bei der Puppe bis auf kümmerliche Reste mit Hilfe von Terpentinimbibition zum Schwinden zu bringen. Allerdings ist hierbei Vorsicht geboten. Oft fand sich in diesen Fällen vom Thorakalstigma nur noch eine kleine schwarze Platte, die zwischen Thorax und Abdomen eingeklemmt erschien. An der Puppenhaut konnte aber später festgestellt werden, daß allerdings wohl die Luftzufuhr durch die Verlagerung des Thorax und Abdomens zumindesten weitgehend abgeschnitten war.

Abb. 16.
Reste des 5. Abdominalstigmas der Puppe von *Melasoma tremulae* F. nach Imbibition des letzten Larvenstadiums. Vergr. 450fach

Der K ä f e r selbst hat gleichfalls am Thorax ein Stigmenpaar und je ein solches am 1.—5. Abdominalsegment. Das Thorakalstigma hat nahezu die Form einer Ellipse, ist aber auf der kopfwärts gelegenen Seite etwas eingedellt. Sein Längendurchmesser ist ungefähr gleich der Längsachse des 2. Abdominalstigmas. Das 1. Abdominalstigma ist das bei weitem größte des ganzen Tieres und gleichfalls annähernd elliptisch und der Längendurchmesser entspricht ungefähr dem doppelten Durchmesser des 2. Abdominalstigmas, während die Abdominalstigmen 2—5 rund sind und nach dem Körperende ein wenig an Größe abnehmen. Alle Stigmen sind im Prinzip gleich gebaut und tragen auf ihrer Atriumwand nur kleine Börstchen (ebenso wie diejenigen der Puppe).

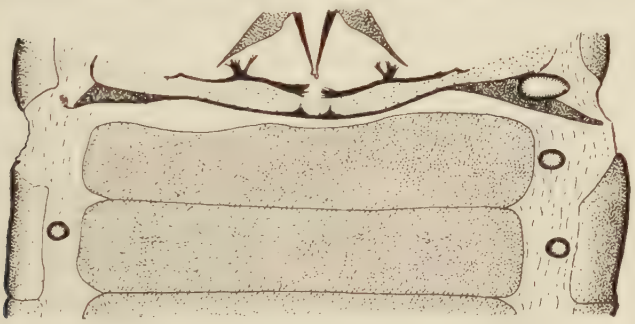


Abb. 17. Dorsalansicht des vorderen Abdomens der Imago von *Melasoma tremulae* F. Reduktion des 1. und 2. linken Abdominalstigmas nach Imbibition der Puppe. Vergr. 14fach

Es ließen sich bei Imbibition des letzten Larvenstadiums nicht nur an den Stigmen der Puppen, sondern auch an denjenigen der Imagines

Reduktionen beobachten. So waren u. a. in dem oben erwähnten Fall betreffend das Thorakalstigma auch an dem Imago kaum noch Stigmenreste zu finden. Ferner fanden sich Stigmenmißbildungen am Käfer bei Imbibition der Puppe. Auch hier ließ sich an den Abdominalstigmen eine oft sehr weitgehende Reduktion beobachten, die bis zum völligen Schwund führen konnte. So zeigte ein Käfer das folgende Bild. Die beiden vordersten Abdominalstigmen der linken Seite, die bei der Puppe mit Olivenöl imbibiert worden waren, waren verschwunden (Abb. 17), und die Oberfläche in dieser Region war sehr faltig und am lebenden Tier zum Teil etwas heller gefärbt. Die von den beiden Stigmen im Normalfalle abgehenden Tracheen waren nicht straff, sondern runzelig und nicht so stark wie die normalen, auch schienen sie, soweit am KOH-Präparat zu erkennen war, weniger verzweigt zu sein.

2. Vergleich mit Stigmenmißbildungen durch Stichverletzungen

Da der nicht ohne weiteres von der Hand zu weisende Verdacht bestand, daß die Schorfbildungen nicht durch die Ölimbibition selbst, sondern, trotz aller angewandten Vorsicht, durch Verletzungen des Stigmas oder seiner Umgebung hervorgerufen wurden, machte es sich notwendig, zu erproben, wie sich Stigmen verhielten, die oder deren nächste Umgebung verletzt worden waren. Deshalb wurden Wachsmottenraupen mit Hilfe einer spitzen Nadel oder eines Minutienstiftes in das letzte Abdominalstigma oder dicht neben dasselbe gestochen. Letzteres sollte die Frage klären, ob eventuell ein Verschluß des Stigmas durch die ausströmende und gerinnende Körperflüssigkeit als Anlaß der Schorfbildung nach der nächsten Häutung in Frage kommen könnte. Aus der Wunde trat mehr oder weniger Flüssigkeit aus, die im letzteren Falle meist auch das Stigma selbst bedeckte. An der Wunde bildete sich bei beiden Versuchsanordnungen nach einiger Zeit dunkelbrauner Schorf, der bei Verletzung des Stigmas dasselbe meist verschloß und in beiden Fällen oft als regelrechter Schorfpfropf ein Stück weiter über die Körperoberfläche herausragte. In der weiteren Umgebung der Wundstelle war die Körperoberfläche meist von einer feinen, hellen, glänzenden Kruste überzogen, die bei Verletzung in der Nähe eines Stigmas auch dieses überziehen

Abb. 18. Letztes linkes Abdominalstigma der Raupe von *Achroea grisella* F. nach Verletzung des vorhergegangenen Stadiums durch Stich. Vergr. 350fach

konnte. Daß aber dadurch ein direkter Verschluß des Stigmas zustande gekommen sein sollte, dürfte nach Aussehen der Objekte kaum anzunehmen sein. Deshalb ließen sich nach der Häutung in diesem Fall wohl auch niemals irgendwelche Veränderungen an den Stigmen wahrnehmen. Nach der Häutung fand sich an der Verletzung ein kleiner dunkelbrauner Schorf, der sich ein Stück in den Körper hinein verfolgen ließ, oberflächlich aber flach war. Anders lagen die Verhältnisse bei Verletzungen, die das Stigma selbst trafen. Hier konnte ein Schorfpfropf das Stigma überragen, oder der Schorf dasselbe einfach überdecken, so daß das Stigma in diesem Falle bestimmt durch Schorf vollkommen verschlossen war. Es seien ferner noch die in beiden Fällen öfter auftretenden Häutungsstörungen zu erwähnen, wobei die Haut an der Wundstelle haften blieb und sich nach der Häutung die aller verschiedensten Mißbildungen fanden. Manchmal sah man nur schwache Deformierungen, und es zeigte sich wieder dieselbe Tatsache, die wir ja auch von der Ölimbibition her kennen, daß meist eine umfangreiche Borstenreduktion eintrat. Selbst in einem Fall, wie ihn die Abb. 18 darstellt, in dem das Peritrem noch einigermaßen normale Form und Größe hat, waren die größeren Borsten alle geschwunden, nur ein feiner Härchensaum umrahmte noch die knappe Hälfte des Stigmas, das nur etwas breiter, sonst aber von normaler Größe war. An der kopfwärts gelegenen Seite dieses Stigmas war das Peritrem ein Stück schmaler und bedeutend heller als normal, von dort aus zog sich ein großer brauner Schorf bis ungefähr in die Mitte des Stigmas. Ob dasselbe verschlossen war, kann nicht mit Bestimmtheit gesagt werden, doch ist es nach Lage der Dinge fast anzunehmen. Es ist wohl sicher, daß an der Stelle, an welcher der Schorf lag, der Einstich erfolgt

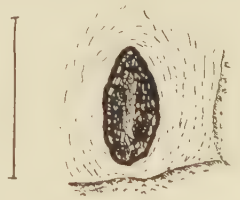


Abb. 19. Letztes linkes Abdominalstigma der Raupe von *Achroea grisella* F. nach Verletzung des vorhergegangenen Stadiums durch Stich. Vergr. 350fach

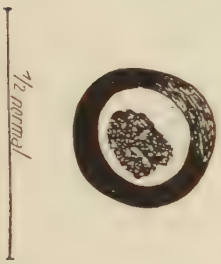


Abb. 20. Letztes linkes Abdominalstigma der Raupe von *Achroea grisella* F. nach Verletzung des vorhergegangenen Stadiums durch Stich. Vergr. 350fach

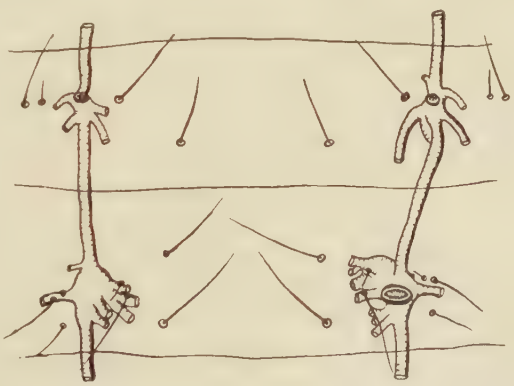


Abb. 21. Letzte zwei Stigmenpaare einer im vorhergegangenen Stadium durch Stich verletzten Raupe von *Achroea grisella* F., vollkommene Reduktion des letzten linken Abdominalstigmas. Vergr. 17fach

ist. Das Vorhandensein des Schorfes auch nach der Häutung ist vollkommen normal und läßt sich auch bei den Verletzungen der Körperoberfläche feststellen. Meist findet sich jedoch eine Verkleinerung des Stigmas. Abb. 19 zeigt ein Schorfgebilde, das zwar äußerlich noch die ungefähr elliptische Form eines normalen Stigmas hat, aber nur rund $^1/_2$ der normalen Größe besitzt. Eine mir bisher noch unbekannte Mißbildung, wie sie sich bei der Ölimbibition noch nirgends gefunden hat, stellt Abb. 20 dar. Man sieht hier ein sehr kleines, annähernd kreisförmiges Peritrem, das an einer Stelle etwas heller gefärbt ist als normal und nur $^1/_4$ der Stigmengröße besitzt; in seiner Mitte ist Schorf sichtbar. Außerdem kommt aber auch häufig ein restloser Schwund des verletzten Stigmas vor (Abb. 21).

3. Mißbildungen anderer Organe durch Tracheenimbibition

Wenn bei den Wachsmotten raupen das linke Thorakalstigma mit Öl imbibiert wird, so treten außer Veränderungen an diesem Stigma auch noch Mißbildungen am Kopfe auf. Man kann bei dieser Imbibition gut durch die Körperhaut verfolgen, wie das Öl die Tracheen entlang in den Kopf strömt. Die Tiere leben trotzdem weiter und entwickeln sich auch bis zur Imago, doch kann bei der nächsten Häutung meist Veränderungen am Kopfe feststellen. Die Mandibeln der linken Seite, die normal an ihrer Kaufläche 4 große Zähne besitzen, haben nur einige stumpfe Höcker und eine runzelige Oberfläche, in manchen Fällen sind sie auch beträchtlich kleiner geworden (Abb. 22 und 23). Während ich an den übrigen Mundwerkzeugen der vorliegenden Objekte keine Veränderungen feststellen konnte, waren die Fühler fast stets verschieden stark reduziert. Der normale Fühler besteht aus zwei größeren Gliedern und einem ganz kleinen Spitzenglied, neben und auf welchem sich Börstchen befinden. Dieses Spitzenglied

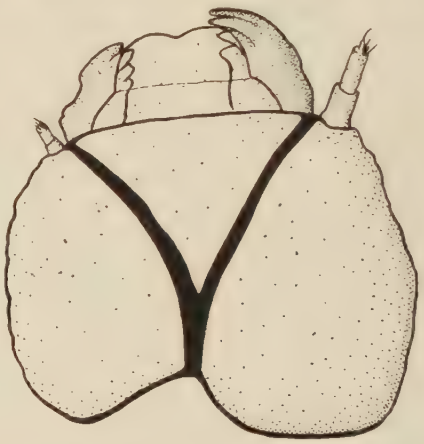


Abb. 22. Kopf der Raupe von *Achroea grisella* F., linkes Thorakalstigma des vorhergegangenen Stadiums imbibiert. Linker Fühler und Mandibel etwas verkümmert. Vergr. 45 fach

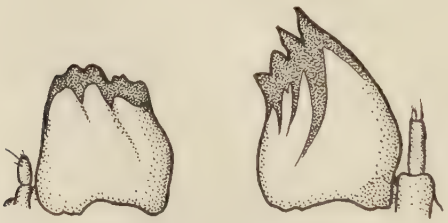


Abb. 23. Raupenmandibeln und Fühler von *Achroea grisella* F. nach Imbibition des linken Thorakalstigmas des vorausgegangenen Stadiums. Links Mandibel und Fühler mißgebildet. Vergr. 50 fach

ist oft fast ganz reduziert, und die beiden anderen Glieder sind meist auch verkleinert (Abb. 22 und 23). Manchmal hatte das Mittelglied ein aufgetriebenes Aussehen, trotzdem war es beträchtlich kürzer als bei normalen Fühlern. Wenn man nun den gesamten Kopf betrachtete, bemerkte man in all diesen Fällen eine Reduktion der linken Kopfhälfte (Abb. 22). Bei einigen Objekten war die linke Kopfseite trotz Verkleinerung seitlich ausgebuchtet und sah aus, als ob das Tier einen „dicken Backen" hätte. Ein Tier, das im letzten Raupenstadium imbibiert wurde, hatte im Puppenstadium einen beträchtlich verkürzten linken Fühler (Abb. 24), der außerdem aussah, als ob er etwas geschrumpft wäre. Leider gelang es nicht, die Imago zu ziehen, da das Tier bereits als Puppe starb. Außerdem war bei Puppen von *Vanessa urticae* L., deren linkes Thorakalstigma kurz vor der Verpuppung imbibiert worden war, das linke hornförmige Gebilde, von denen ein Paar am Vorderende sitzt, bedeutend kleiner.

Abb. 24.
Puppe von *Achroea grisella* F. Verkümmerung des linken Fühlers nach Imbibition des linken Thorakalstigmas im letzten Larvenstadium.
Vergr. 4,5 fach

Abb. 25. Halsschilde der Imago von *Melasoma tremulae* F. *a* normal, *b* und *c* linke Seite verschieden stark geschädigt nach Imbibition des linken Thorakalstigma im letzten Larvenstadium. Vergr. 17 fach

Um nun zu sehen, ob ähnliche Mißbildungen auch an anderen Insekten zu erreichen seien, wurde das linke Thorakalstigma des Pappelblattkäfers imbibiert. Nach Imbibition verpuppungsreifer Larven konnte in etlichen Fällen eine Verkürzung der linken Halsschildseite wahrgenommen werden, wobei die Beine oft nicht in gewohnter Reihenfolge nebeneinander, sondern unregelmäßig durcheinander lagen. Thorax und Abdomen waren mit ihren benachbarten Partien manchmal so dicht aneinander gepreßt, daß, wie wir bereits sahen, von der thorakalen Stigmenöffnung nichts mehr zu sehen war, und anfangs angenommen wurde, daß dasselbe überhaupt verschwunden sei. Noch andere Veränderungen ließen sich bei der Weiterentwicklung der soeben beschriebenen Puppen zur Imago an dieser feststellen. Auch hier war die linke Hälfte des Halsschildes (Abb. 25 b u. c) meist mehr oder weniger verkürzt, und die Borsten fehlten auf dieser Seite. Einmal war auch das linke Vorderbein, ein anderes Mal sogar

das linke mittlere Bein mehr oder weniger stark reduziert (Abb. 26b u. c). Während in manchen Fällen diese Beine nur etwas verkleinert waren (Abb. 26 b), konnten sie bei anderen Tieren bis zu einem kleinen nur schwach gegliederten Rudiment zurückgebildet sein (Abb. 26 c). Sie konnten von den Käfern selbstverständlich nur schlecht oder gar nicht bewegt werden. Bei Imbibition der Puppe war in einigen Fällen die linke Flügeldecke des Käfers nicht normal gestaltet. Im einfachsten Fall war sie nur ganz schwach gelblich gefärbt, sehr weich und hatte große Ähnlichkeit mit Flügeldecken frisch geschlüpfter Tiere. Eine andere war ebenso hell und weich, aber außerdem noch stark zerknüllt, und man konnte an einigen Stellen der Flügeldeckentracheen noch das rotgefärbte Öl durchscheinen sehen (Exemplar als Puppe am 20. September imbibiert, am 25. September geschlüpft). Die Oberfläche (Abb. 27 a u. b) trug kreuz und quer Runzeln (b), die in ihren Kreuzungspunkten meist Drei- und Vierecke bildeten, so daß das Ganze aussah, wie mit Zellen bedeckt, die Fortsätze trügen. In der Mitte lagen die Punkte, welche sonst die normale Flügeldecke allein bedeckten; sie waren hier aber kaum sichtbar. Bei einem Exemplar war die linke Flügeldecke nur ungefähr ein Drittel so lang und reichlich halb so breit wie eine normale, dafür war die Färbung aber nahezu normal, die Oberfläche dagegen ähnlich gerunzelt wie im soeben beschriebenen Fall. Es braucht nach dem über die Flügeldecken Gesagten wohl kaum nochmals erwähnt werden, daß selbstverständlich auch die Flügel der imbibierten Seite oft nicht zur Entfaltung kamen, und selbst das starke Flügelgeäder meist sehr verkrümmt war. Mißbildungen an den Larven- und Puppenbeinen wurden beim Pappelblattkäfer nicht festgestellt, doch soll damit nicht gesagt sein, daß solche nicht vorkommen könnten. Desgleichen konnten Mandibelveränderungen bei Pappel-

Abb. 26. Linke Vorderbeine der Imago von *Melasoma tremulae F.* *a* normal, *b* und *c* verschieden weit reduziert nach Imbibition des linken Thorakalstigmas im letzten Larvenstadium. Vergr. 20fach

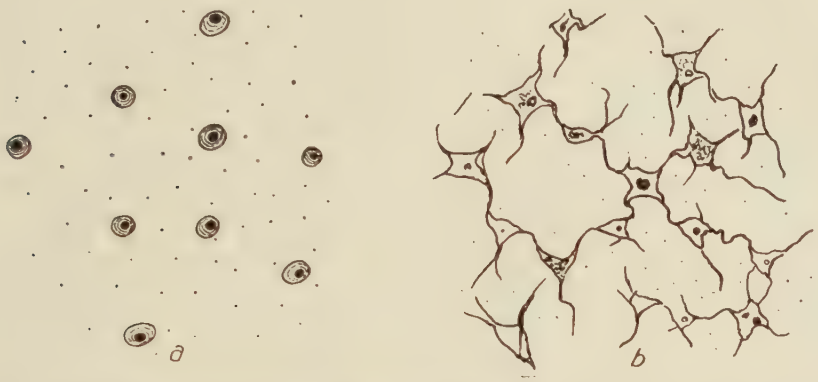


Abb. 27. Oberfläche der Flügeldecken der Imago von *Melasoma tremulae* F. *a* normal, *b* linke Flügeldecke nach Imbibition des linken Thorakalstigmas im letzten Larvenstadium. Vergr. 100 fach

blattkäferimagines nicht beobachtet werden. Dagegen trat in einem einzigen Fall bei einer Wachsmottenraupe eine Verkleinerung des linken Vorderbeines ein (Abb. 28). Wenn bei der beigegebenen Abbildung dieses Bein etwas eingezogen erscheint, so ist dazu zu sagen, daß es auch am lebenden Tier offenbar nicht weiter ausgestreckt werden konnte.

Abb. 28. Rechtes und linkes Vorderbein einer im vorausgegangenen Stadium imbibierten Raupe von *Achroea grisella* F., linkes Bein reduziert. Vergr. 50 fach

4. Verfärbungen

Wie schon kurz erwähnt, fanden sich bei Pappelblattkäfern in der Nähe imbibierter Stigmen nicht immer die Farben, die wir an normalen Tieren gewöhnt sind. So waren die linken Seiten der Halsschilde bei Tieren, deren linkes Thorakalstigma der Puppe imbibiert worden war, nicht schwarz, sondern grau bis gelblich-weiß verfärbt. Die Hellfärbung erstreckte sich dann meist auf die linke vordere Ecke an Ober- und Unterseite des Halsschildes. Desgleichen konnte auch die linke Kopfseite, welche ich hier im Gegensatz zu den Köpfen der Wachsmottenraupen niemals verkleinert sah, hell gefärbt sein, ebenso die linke Mandibel und der zugehörige Fühler. Auch die Beine waren unter denselben Umständen teilweise oder vollkommen hell, und zwar entweder in ihrer ganzen Länge, oder es waren nur gewisse Partien, z. B. in einem Fall eine Schiene von der Hell-

färbung betroffen. Auch hierbei handelte es sich um das erste und zweite Bein der linken Seite. Da alle hellgefärbten Körperteile außerdem weich waren, konnten sie nur schlecht bewegt werden, während Beine, die noch stellenweise normale Färbung besaßen, sich meist auch besser bewegen ließen. Ferner sei nochmals kurz auf die hell gefärbten, weichen Flügeldecken des Pappelblattkäfers hingewiesen. Da sich die ziemlich eintönig gefärbten Wachsmottenfalter zu den Farbänderungsversuchen wenig eigneten, wurde bei Puppen des Kleinen Fuchses, *Vanessa urticae* L., kurze Zeit vor dem Schlüpfen das erste linke Thorakalstigma imbibiert. Außer einer Erschwerung des Ausbreitens der Flügel, die in manchen Fällen eintrat, konnte ich am Vorderrand des linken Vorderflügels nahezu farblose Schuppen beobachten. Von der Hellfärbung waren sämtliche Farben des Vorderrandes betroffen, ganz gleich ob die Schuppen normal schwarz, gelb, orange oder bläulich gefärbt waren. Auch die normal schwarz-weiß geringelten Fühler waren mehr oder weniger weißlich gefärbt, ja meist waren sie fast vollkommen weiß. Das gleiche galt für die Beborstung bzw. Beschuppung mindestens des linken Vorderbeines, oft sogar des mittleren Beines. Die Form der Borsten und Schuppen war aber in keinem Fall verändert.

5a. Regenerationsvorgänge an Stigmen

Wenn die Larven mit Stigmenmißbildungen leben bleiben, so kann man nach der nächsten Häutung weitere Veränderungen beobachten. Selbstverständlich muß die Entwicklung der verschiedenen Mißbildungsformen getrennt verfolgt werden. Wenn dies auch in der Hauptsache in der Weise geschah, daß Raupen mit ähnlichen Mißbildungen in Gefäßen zusammengehalten wurden, so wurde doch ein Teil einzeln in den oben beschriebenen Glasröhrchen isoliert, besonders um das Auffinden der abgestoßenen Häute zu erleichtern und ihre Zugehörigkeit einwandfrei festzustellen. Dadurch konnte man die Stigmen vor und nach der Häutung vergleichen und zu Dauerpräparaten verarbeiten.

Die großen runden Stigmen, die im ursprünglichen Stadium nur schwache Konturen besaßen (also nach der ersten Häutung nach erfolgter Imbibition), waren in allen mir zu Gesicht gekommenen Fällen nach der zweiten Häutung nach der Imbibition normal stark chitinisiert und dunkel gefärbt. Ihre Form dagegen war oft noch groß und rund, wenn auch meist schon etwas elliptischer, dagegen war die Beborstung aber bedeutend besser ausgebildet und kam dem normalen Aussehen schon beträchtlich näher. Nur selten war die normale Form nach dieser zweiten Häutung, die ich hier der Einfachheit halber als erste Regenerationshäutung bezeichnen will, nahezu wieder erreicht. Ganz ähnlich lagen die Verhältnisse bei den großen runden, aber stark gefärbten Stigmen (Abb. 29). Auch hier waren sämtliche Exemplare sowohl in bezug auf die äußere Form als auch auf die Beborstung normaler geworden (Abb. 30 und 31). Es fanden sich in diesem Falle nicht selten

Stigmen, welche bereits vollkommen normal aussahen, deren Längsachse aber mehr oder weniger verkürzt war; aber auch dieser Defekt war bei einzelnen fast ganz ausgeglichen. Interessante Ergebnisse

Abb. 29. Letztes linkes Abdominalstigma der Raupe von *Achroea grisella* F. Mißbildung nach Imbibition des vorausgegangenen Stadiums. Vergr. 350 fach

Abb. 30. Letztes linkes Abdominalstigma der Raupe von *Achroea grisella* F., nach der ersten Regenerationshäutung. Vergr. 350 fach

brachte die weitere Entwicklung der Tiere, bei denen sich an Stelle der Stigmen Schorfe fanden. Meist war nach der ersten Regenerationshäutung das gesamte Stigma geschwunden. In einigen Fällen war nur eine bei der nächsten Häutung oft ganz verschwindende kleine braune Schorfplatte, die kleiner als das normale Stigma war, vorhanden. Allerdings fanden sich in etlichen Fällen auch große runde, meist nur schwach gefärbte Stigmen. Selten war ein Schorf von Peritrem umgeben. Diese Ergebnisse sind besonders interessant, da sie verschiedene zum Teil bereits in meiner früheren Arbeit beschriebene Mißbildungsformen in eine besondere Gruppe zu vereinigen gestatten, doch soll dies erst später (s. S. 57) näher erörtert werden.

Abb. 31. Letztes linkes Abdominalstigma der Raupe *Achroea grisella* F. Nach der zweiten Regenerationshäutung. Vergr. 350 fach

Während also große runde Stigmen nach einer oder meist einigen Häutungen wieder vollkommen normale Stigmen ergaben, habe ich niemals an Stelle ver-

schwundener Stigmen neue erstehen sehen; es war also wohl hier der Mutterboden vernichtet.

Wir haben es hier zwar mit Insekten mit vollkommener Verwandlung zu tun, bei denen z. B. von Käfern bekannt ist, daß im Larvenstadium verlorene Gliedmaßen wegen der geringen Häutungszahl nie während des Larvenlebens, sondern erst bei der Puppe regeneriert werden. Da aber hier gerade ausgesprochen viele Larvenstadien vorhanden sind, liegen die Verhältnisse jedoch anders, es kann also eine vollkommene Regeneration stattfinden.

5 b. Regeneration anderer Organe

Es ist nun nicht ganz ohne Interesse, zu erfahren, wie sich die Mißbildungen anderer Organe verhielten, wenn sich die Larven weiter entwickelten. Dabei stellte sich heraus, daß die vorher mißgebildeten Organteile in den meisten Fällen ihre normale Form zurückerhielten. Es wurden also auch hier bei den Wachsmottenraupen Regenerationsvorgänge festgestellt, indem die reduzierten Fühler meist bereits nach einer Häutung wieder normale Form und Größe (Abb. 32 a und b), erreichten, dasselbe galt von den Mandibeln (Abb. 32 a und b), die auch ihre normalen kräftigen Zähne wieder erhielten. Die Köpfe derselben Tiere hatten auch nach ein bis zwei Häutungen wieder ihre normale symmetrische Form erhalten, nur selten war noch eine geringe Verkleinerung der linken Kopfhälfte zu bemerken.

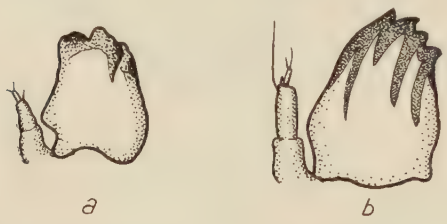


Abb. 32. Linke Mandibel und Fühler der Raupe von *Achroea grisella* F. *a* nach Imbibition des linken Thorakalstigmas des vorausgegangenen Stadiums. *b* dasselbe nach der ersten Regenerationshäutung. Vergr. 50 fach

6. Theoretische Erörterungen

Die Gründe für die Mißbildungen scheinen zum Teil ziemlich klar auf der Hand zu liegen. Die Kleinheit und Runzeligkeit besonders bei Flügeldecken und Flügeln dürfte dadurch zustande gekommen sein, daß die zu den mißgebildeten Organen führenden Tracheen mehr oder weniger weitgehend mit Öl gefällt waren und so durch die mangelhafte Luftzufuhr Störungen auftraten. In dem einen bereits oben erwähnten Fall war ja sogar noch das in diese Tracheen hineingetriebene Öl sichtbar. Das Auftreten dieser Mißbildungen an Fühlern und Beinen scheint weniger verwunderlich als die Tatsache, daß auch eine zum Teil recht beträchtliche Verkürzung der linken Halsschildseite zu beobachten war. Die Oberfläche war in diesem Fall vollkommen normal und glatt, nur die Borsten fehlten. Die Füllung der Tracheen mit Flüssigkeit dürfte hier durch die Verhinderung der Sauerstoffzufuhr

und Kohlensäureabgabe eine Hemmung der Zellteilung zur Folge gehabt haben. Jedenfalls kommt daneben eine allgemeine Schädigung der Tiere hierbei nicht in Frage, da in allen Fällen der rechte Organteil vollkommen normal gestaltet war. Es sei außerdem nochmals darauf hingewiesen, daß bei dem Tier mit der stark verkleinerten Flügeldecke das linke Thorakalstigma der Puppe und des Käfers reduziert war. Die helle Farbe und die Weichheit der betreffenden Flügeldecken und Körperteile hängt wahrscheinlich mit dem durch die Imbibition eingetretenen Sauerstoffmangel zusammen. Es scheint besonders die Tatsache hierfür zu sprechen, daß die als Puppen imbibierten Tiere zwar ziemlich normal große, aber helle Flügeldecken zeigten, während der als Larve imbibierte Käfer, dem als Puppe und Imago das linke Thorakalstigma fehlte, eine nahezu ausgefärbte linke Flügeldecke besaß. Im letzteren Fall hat also wahrscheinlich die Luft, die hier auch schon während der Puppenruhe indirekt durch andere Stigmen Zutritt hatte, zwar zum Färben ausgereicht, das vollkommene Ausbreiten der Flügeldecke wurde aber durch irgendwelche Schädigungen unterbunden. Außerdem ist nicht bekannt, inwieweit eventuell hier auch Tracheenreduktionen sich fanden. Bei denjenigen Käfern, bei welchen das linke Thorakalstigma vorhanden, aber durch das Abdomen überdeckt war, konnten Flügelmißbildungen nicht wahrgenommen werden. Dagegen hatten diese Tiere, wie schon erwähnt, Bein- und Halsschildverkleinerungen, die allerdings normal gefärbt waren, da auch hier natürlich der zur Ausfärbung nötige Sauerstoff vorhanden war. Die vollkommene Ausbreitung der Flügeldecken erklärt sich leicht durch das Vorhandensein des Stigmas bei der Imago und der im Puppenstadium unterlassenen Imbibition. Nun sind die Beinverkleinerungen, bei denen oftmals der größte Teil der Glieder fehlte, eine viel tiefgreifendere Veränderung als die bisher erwähnten Mißbildungen. Obgleich bei dem Tier mit fehlendem Thorakalstigma Häutungsbeschwerden eintraten und deshalb die ersten beiden Beine der linken Seite und Teile des Thorax' nicht vollständig gehäutet wurden, waren anormale helle Stellen nicht zu finden. Es scheint dies darauf hinzudeuten, daß der zum Ausfärben erforderliche Sauerstoff unbedingt durch die Tracheen zugeführt werden muß, und eine oberflächliche Berührung des Chitins nicht ausreicht, denn es ist kaum anzunehmen, daß das Öl in dieser Hinsicht einen schädlichen Einfluß ausgeübt hat. Allerdings muß auch hier die mangelhafte CO_2-Abfuhr berücksichtigt werden, deren Wirkungen nicht unterschätzt werden dürfen. Das etwas verschiedene Auftreten der Mißbildungen und der farblosen Stellen bei den einzelnen Exemplaren liegt zweifellos an der verschieden weitgehenden Füllung der Tracheen mit Öl. Die beobachtete rasche Regeneration der Mandibeln und Raupenköpfe spricht gleichfalls dafür, daß der Hauptgrund für die ursprüngliche Reduktion in der mangelhaften Luftzufuhr und CO_2-Abfuhr zu suchen ist, da bei tiefer liegenden Ursachen eine so rasche Regeneration wohl kaum zu erwarten wäre.

Nach Biedermann ist das Chitin zuerst farblos, die Färbung erfolgt dann meist durch Mitwirkung von Luft und Licht. Dieser Autor erwähnt aber bereits, daß das Dunkelwerden der äußersten Chitinschicht auch ohne Licht möglich ist und vermutet als wichtigsten Faktor den Sauerstoff. Auch Dewitz verhinderte durch Fernhalten von Sauerstoff von verpuppungsreifen Larven die Verpuppung, und bei *Lucilia caesar* L. blieb beim Ausschalten der Luft das Chitin blaß, aber an der Luft dunkeln sogar mit Chloroform getötete Tiere noch nach. Nach Gordner entsteht das schwarze Pigment der *Coleopteren* durch Oxydation eines Chromogens. Ebenso betont Schröder (1928), daß dickeres Chitin in seiner äußersten Schicht am dunkelsten ist, und zwar unter Mitwirkung des Sauerstoffs ohne Beziehung zum Licht.

Die vorliegenden Versuche zeigen die Wichtigkeit des Sauerstoffs sowohl für die Ausfärbung als auch für das Erhärten des Chitins. Eine äußere Berührung der Körperoberfläche mit der Luft scheint nicht auszureichen, sonst müßten in unseren Versuchen die Käfer und Schmetterlinge auch an den imbibierten Partien ausgefärbt worden sein. Es dürfte also wohl auch eine Versorgung der zu färbenden Körperoberfläche mit Sauerstoff von innen mit Hilfe der Tracheen nötig sein, um eine vollkommene Ausfärbung zu ermöglichen. Ob es dabei des Lichtes bedarf, soll hier unberücksichtigt bleiben. Es ist nun die Frage, ob ähnliche Mißbildungen bereits anderweit beobachtet wurden. In bezug auf Flügel- und Thoraxmißbildungen hat u. a. G. Müller bei verschiedenen Wanzenarten Freilandbeobachtungen gemacht und in einer Arbeit (1926) zusammengestellt. Ich glaubte seinerzeit, diese Deformationen auf innere Ursachen zurückführen zu müssen. Im vorliegenden Fall ist aber ein Zweifel an äußeren Ursachen nicht möglich. Selbstverständlich soll damit nicht gesagt werden, daß alle diese Veränderungen, die in der Natur zu finden sind, auf äußere Ursachen zurückgeführt werden müßten. Eine Verstopfung der Stigmen bzw. der Tracheen durch Flüssigkeiten dürfte, da die einzige in freier Natur beständig vorhandene Flüssigkeit, nämlich das Wasser, nur in Ausnahmefällen, in denen es vielleicht andere Stoffe gelöst enthält, in Frage kommt, hier wohl meist in Gegenden auftreten können, wo Spritzmittel mit hoher Netzfähigkeit verwendet worden sind. Weil aber sicher bereits ein Verschluß des Stigmas durch Fremdkörper oder durch Verletzung ausreicht, werden die Aussichten auf Mißbildungen auf dieser Basis schon größer. Da im ersten und letzten Falle eine Veränderung des Stigmas Hand in Hand gehen dürfte, können wir, wenn eine solche an einem Freilandexemplare auftritt auf die erörterten Ursachen schließen. In diesem Zusammenhang wäre es sehr interessant, überlebende Tiere aus Gebieten, in denen Spritzmittel zur Insektenvertilgung verwendet wurden, auf Mißbildungen hin zu untersuchen. Auch in bezug auf die Fühlermißbildungen, bei denen vorläufig experimentell die Verletzung als Ursache untersucht worden ist, ist hiermit eine neue Entstehungsart festgestellt worden.

Es ist mir zwar auch auf Grund der neuen Ergebnisse noch nicht ganz klar, wie nach der Imbibition so verschiedene Formen von Stigmenmißbildungen entstehen können. Nach den neuen Untersuchungen läßt sich aber sagen, daß ein Teil der beschriebenen Mißbildungen erst nach mindestens zweimaliger Häutung zustande kommt (wie man auch aus der Tabelle meiner ersten Arbeit über diese Fragen S. 148 entnehmen kann). Damals habe ich in den meisten Versuchsreihen die Häutungen nicht scharf überwacht, sondern habe im allgemeinen nur Wert auf die Mißbildungen selbst gelegt, so daß mir die eben geschilderte Tatsache entgangen ist. Danach tritt ein vollkommenes Verschwinden der Stigmen erst frühestens nach der ersten Regenerationshäutung auf, und zwar nach meinen bisherigen Beobachtungen augenscheinlich nur nach voraufgegangener Schorfbildung. Dasselbe gilt von Schorfen, die kleiner sind als das normale Stigma. Fast normal gestaltete, nur in ihrer Längsachse etwas verkleinerte Stigmen treten gleichfalls erst nach der ersten Regenerationshäutung nach großen runden Stigmen auf. Dadurch steigt der Prozentsatz an großen runden Mißbildungen, der schon nach meinen früheren Angaben (1934) sehr hoch war, nach der ersten Häutung noch ganz beträchtlich, so daß man andere Mißbildungen (ausgenommen vielleicht die Schorfbildungen) fast zu den Seltenheiten rechnen kann. Dann wäre also in der Hauptsache noch die Frage zu klären, warum die ersten Regenerationsbildungen (ich will sie hier so nennen, obgleich es sich meist eher um eine mehr oder weniger starke Degeneration handelt) der Schorfe so verschieden sind. Das ist, wenn wir die Schorfe für Folgen der Ölimbibition halten, nicht ganz leicht, und ich wage hierüber vorläufig kein Urteil zu fällen. Sollte es sich aber trotz aller Vorsichtsmaßregeln doch um die Folge kleiner Verletzungen handeln, so ist diese Verschiedenheit eher zu verstehen, denn wir hätten es ja dann nicht bei allen Tieren mit einer annähernd gleichen Schädigung durch das Öl zu tun, sondern die Verletzungen würden wahrscheinlich verschieden intensiv sein und an verschiedenen Stellen liegen, weshalb eine unterschiedliche Reaktion auch nicht verwunderlich wäre.

Wie kommt es aber nun, daß überhaupt verschieden geformte Mißbildungen entstehen? Eine Imbibition mit Terpentin konnte zwar eventuell mehr Mißbildungen erzeugen als Olivenöl oder Paraffinum liquidum, es traten aber auch hier dieselben verschiedenen Formen auf, so daß ein Einfluß der Imbibitionsflüssigkeit auf die Form der Mißbildungen also nicht festzustellen war. Bei den Versuchen mit Seidenraupen brachten kurze Zeit vor der Häutung imbibierte Tiere im allgemeinen mehr Mißbildungen hervor als die bereits länger vorher imbibierten. Anders lagen die Verhältnisse bei Raupen der Kleinen Wachsmotte, die während des Winters imbibiert worden waren, und sich deshalb sehr lange Zeit nicht häuteten, so daß die Imbibitionsflüssigkeit sehr lange in den Tracheen blieb und einen sehr hohen Prozentsatz Mißbildungen (meist fast 100 %) erzeugte, die allerdings ebenso

verschieden gestaltet waren, wie diejenigen der Sommerformen. Hier war also gerade im Gegensatz zu den Sommerversuchen mit Seidenraupen eine längere Imbibitionsdauer günstig für die Entstehung von Mißbildungen. Es ist hierbei allerdings fraglich, ob sich die Tiere im Sommer anders verhalten als im Winter, was kaum anzunehmen ist, oder ob die verschiedenen Tierarten verschieden reagieren. Da beim Seidenspinner aber die Formen der Mißbildungen sehr wenig abwechslungsreich waren, erbrachten diese Versuche für die vorliegende Frage nichts Positives. Trotzdem sprach ich (1934) die Vermutung aus, daß vielleicht der Zeitpunkt der Imbibition auch für deren Folgen im hier erörterten Sinne von Bedeutung sein könne. Auch die nunmehr vorliegenden Versuche bringen keine endgültige Entscheidung, dagegen lassen sich danach immerhin einige Formen verstehen. Wie schon erwähnt, treten nicht alle von mir bisher (1934) beschriebenen Formen bereits nach der ersten Häutung auf, sondern einige sind teils weiter Entwicklungsprodukte, teils Regenerationsergebnisse. Da die einwandfrei durch Verletzung erzeugten Mißbildungen einigen unserer Imbibitionsformen sehr ähnlich sind, liegt ferner der Verdacht nahe, daß trotz aller Vorsicht vielleicht einige Mißbildungstypen, bei denen Schorfreste zu sehen sind (frühere Arbeit 1933 Abb. 4 und vielleicht auch Abb. 7) auf dieser Grundlage zu erklären sind. Dies scheint mir um so wahrscheinlicher, da gerade diese Formen bei den neuen Versuchen, die mit Hilfe von Fließpapierfasern ausgeführt wurden, bedeutend seltener auftraten als früher. Es könnten durch diese veränderte Methode und die größere Übung bei der Versuchsanstellung doch Verletzungen eher vermieden und somit die Zahl dieser Formen herabgesetzt worden sein. Als zweifellos direkte Folge der Ölimbibition sind dann aber die großen runden Stigmen mit mehr oder weniger reduzierten Borsten bei Wachsmottenraupen zu erklären, welche ja auch die weitaus größte Zahl der Mißbildungen stellen (s. meine Arbeit von 1934 Tab. S. 148). So waren bei den früheren Versuchen von den nach der ersten Häutung entstandenen Mißbildungen 38 groß, rund mit wenigen kümmerlichen Borsten, zwei groß borstenlos mit etwas Schorf im Inneren, zwei Chitinplatten (glatte Schorfstücke), 4 wenig verändert und 2 normal gestaltet, aber etwas dunkler gefärbt; dagegen fehlten geschlossene Stigmen, und vollkommener Schwund wurde gleichfalls nicht beobachtet. Dieses Ergebnis würde das soeben Gesagte in vollem Umfange bestätigen. Große runde Stigmen ohne Schorf könnten allerdings auch auf Verletzung zurückgeführt werden, jedoch niemals bereits nach der ersten Häutung, da hier stets noch etwas Schorf, im vorliegenden Fall meist sogar sehr viel, vorhanden ist, sondern erst nach 1 bis 2 weiteren Häutungen. Fast normale, oft etwas dunkler gefärbte Stigmen können, wie das obige Beispiel zeigt, direkt entstehen, sie sind aber auch oft Regenerationsprodukte aus großen runden Formen. Die Erzielung großer runder Stigmen sowohl durch Öl als auch durch Stich könnte natürlich auch wieder andererseits für

die übrigen Typen gleichfalls eine Entstehung auf beiden Grundlagen möglich erscheinen lassen.

Fast normal gestaltete Stigmen, die nur kleiner waren als normale, sind nach meinen letzten Beobachtungen wohl fast stets als Regenerationsprodukte zu betrachten. Die Formenverschiedenheit der Mißbildungen nach Verletzung dürfte auf der verschiedenen Stärke der Verletzungen und ihrer verschiedenen Lage innerhalb des Stigmas beruhen. Durch die verschiedene Kombination dieser beiden Faktoren sind wohl die unterschiedlichen Formen zu erklären. Im Gegensatz hierzu ist die Wirkung der Imbibition vermutlich eine viel gleichförmigere.

VII. Ergebnisse

Nachdem zum näheren Verständnis der Versuche auf die Morphologie und Physiologie des Tracheensystems kurz eingegangen worden war, wurde die Netzfähigkeit verschiedener Flüssigkeiten mit Hilfe der Paraffinplatten- und der Stalagmometermethode geprüft und festgestellt, ob die verwendeten Mittel auf kurze Entfernung als Atemgift wirkten, und das Eindringvermögen der Versuchsflüssigkeiten in die Tracheen untersucht. Als Versuchstiere wurden meist *Melasoma tremulae* F. und teilweise auch *Achroea grisella* L. verwendet. Nachdem zur Kontrolle nochmals eine Prüfung der Netzfähigkeit gegenüber den Flügeldecken von *Melasoma* erfolgt war, die eine etwas genauere Unterscheidung als die Paraffinplattenmethode ermöglichte, wurden die Versuchstiere in die Flüssigkeit getaucht und die Zeit bis zum Eintritt des Todes festgestellt. Hierauf wurden Tiere eine bestimmte Zeit lang (z. B. 22 Stunden) untergetaucht und dann präpariert, und untersucht, wie tief die einzelnen Flüssigkeiten während dieses Zeitraums in die Tracheen eingedrungen waren. Nun entfernte ich durch Chloroform getöteten Tieren die Flügeldecken und Flügel, brachte auf den Rücken derselben Flüssigkeit und beobachtete den Zeitpunkt des Eindringens in die Stigmen. Die Ergebnisse dieser Versuche sind aus Tabelle 1 zu ersehen. Hierauf wurden einzelne Stigmen an lebenden Tieren mit verschiedenen Mitteln imbibiert und die Wirkung beobachtet; desgleichen wurden verschiedene Tierarten mit unterschiedlich gebauten Stigmenformen, ferner Tiere gleicher Art, aber verschiedener Entwicklungsstufen und solche kurz vor und nach Häutungen zu diesen Versuchen verwendet und dabei ein recht unterschiedliches Verhalten konstatiert. Wenn bei den Versuchen auch noch manche Fragen offen blieben, so läßt sich doch im allgemeinen sagen, daß für die Eindringfähigkeit von Flüssigkeiten in die Tracheen nicht nur deren geringe Oberflächenspannung, sondern auch eine geringe Viskosität von Wichtigkeit ist. Ferner ist das Verhalten der Tiere je nach ihrem Entwicklungszustand und dem Bau ihrer Stigmen sehr verschieden, so daß es sich sehr wohl lohnt, diese Versuche noch weiter auszubauen und auf weitere Formen

zu erstrecken, damit auch noch die restlichen Fragen der Klärung nähergebracht werden können.

Im Anschluß hieran wurde die weitere Entwicklung partiell imbibierter Larven und Puppen beobachtet, und dabei die schon früher von mir beschriebene Entwicklung von Stigmenmißbildungen weiter untersucht. Zum Vergleich hierzu wurden Versuche durchgeführt, bei denen sich Stigmenmißbildungen im Anschluß an Verletzungen bildeten. Im Zusammenhang mit den Imbibitionsversuchen wurde die Degeneration und Regeneration von Stigmen und Tracheen untersucht und desgleichen die Reduktion und Regeneration anderer Organe (Fühler, Halsschild, Kopf, Beine usw.). Dabei traten auch mangelhafte Ausfärbungen bei verschiedenen Tierformen (Käfer, Schmetterlinge) auf. Auch auf diesem Gebiete lassen sich bestimmt mit vorliegenden Methoden noch manche die Atmung betreffenden Probleme klären. Alle von mir in dieser Arbeit über die Mittel gefällten Urteile beziehen sich selbstverständlich keinesfalls auf ihre Brauchbarkeit als Bekämpfungsmittel, da ja hier nur eine Eigenschaft berücksichtigt worden ist, die in vielen Fällen keineswegs ausschlaggebend ist. Im Gegenteil wurden mit einigen Mitteln von geringer Netzbarkeit und großer Viskosität bei der Insektenbekämpfung ausgezeichnete Erfahrungen gemacht. So hat ja auch Trappmann mit Exodin (Nikotinmittel) trotz dessen geringer Netzbarkeit gute Erfolge gehabt, da es als Atemgift wirkt.

Endlich wurden die bisher vorliegenden Bemerkungen und Erfahrungen über Erstickungsmittel und die Wirkungsweise einiger verschieden gut netzender Bekämpfungsmittel erörtert, und versucht, diese durch unsere Ergebnisse zu erklären bzw. mit ihnen in Einklang zu bringen.

Schriftenverzeichnis

1. Bock, Fr., Versuche über den Gaswechsel bei Insekten und dessen Bedeutung für Fragen der angewandten Entomologie. Ztschr. f. angew. Entom. Bd. 16, 1930.
2. Boucart, E., Insecticides, fungicites and weedkillers. London 1925.
3. Carughie, A., a. Paoloni, C., I. Mezzi chimizi nella lotta contro le mallttie delle piante. Milano 1928.
4. Escherich, K., Neue Wege auf dem Gebiete des Holzschutzes. Der Dtsch. Forstw. Bd. 14, 1932.
5. Falck, R., Die Resinolbrühe als Spritzmittel zur Bekämpfung tierischer Schädlinge. Ztschr. f. angew. Entom. Bd. 7, 1921.
6. Gäbler, H., Regenerationsvorgänge an Heteropteren Fühlern. Zool. Anz. Bd. 98, 1932.
7. — — Versuche zur Regenerationsfähigkeit der Heteropterenfühler. Zool. Anz. Bd. 106, 1934.
8. — — Tracheeninjektionsmethode für frisches und in Alkohol fixiertes Material. Ztschr. f. Mikrosk. Bd. 50, 1933.
9. — — Formveränderungen und Degeneration von Stigmen durch Ölinjektion. Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. 146, 1934.
10. — — Über die Funktionsfähigkeit der Stigmenhörner einiger Dipterenlarven und Puppen. Biol. Zentralbl. Bd. 55, 1935.

11. Gäbler, H., Beitrag zu Stigmenbau und Funktion der Lepidopteren-Puppen. Biol. Zentralbl. Bd. 56, 1936.
12. Golychew, O., Gasaustausch bei *Bombyx mori* in allen Stadien seiner Entwicklung. Arbeiten der zentralen Forschungsstation für Seide und Seidenraupenzucht Bd. 3, 1928.
13. Gößwaldt, K., Über die Wirkung von Xylamon als Atemgift. Anz. f. Schädlingskde. Bd. 9, 1933.
14. Hollrung, M., Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. Berlin 1914.
15. Krüger, Fr., Untersuchung über die Giftwirkung von dalmatinischen Insektenpulver auf die Larven von *Corethra plumicornis*. Ztschr. f. angew. Entom. Bd. 18, 1931.
16. Leach, B. R., u. Johnson, I. B., Emulsions of Wormseed Oil and of Carbon Disulfid for de troying Larvae of the Japanese Beetle in the Roots of Perennial Plants. U. D. S. Dep. of Agric. Bull. Washington 1925.
17. Linden, Gräfin M. von, Morphologische und physoliogische Untersuchungen über die Pigmente der Lepidopteren. Pflügers Archiv f. Physiologie Bd. 98, 1903.
18. Loewenstein, G., Cuprex („farblos") in der humanen Ungezieferbekämpfung. Ztschr. f. Desinfektion und Gesundheitswesen Bd. 19, 1927.
19. Lovett, Insecticide Investications. Oregon Agric. Coll. Expt. Stat. Corvallis Bull. 169, 1920.
20. Marchal, P., u. Vayssiére, P., Etude sur la desinfection des produits végéteaux et des denrées agricoles. Ann. des Epiphyties 11, 1923.
21. Martini, E., Lehrbuch der medizinischen Entomologie. Jena 1923.
22. Müller, G., Über einige Mißbildungen bei Heteropteren. Ztschr. f. wiss. Insektenbiol. Bd. 21, 1926.
23. Petrunkewitsch, A., Zur Physiologie der Verdauung bei *Periplaneta orientalis* und *Blatta germanica*. Zool. Anz. Bd. 22, 1899.
24. Portier, P., Etudes sur la Respiration. V. Action des corps gras sur l'apparreil stigmatique. CR. Soc. Biol. Paris 66, 1909.
25. Rosenberg, H., Über Cuprex. Medizinische Klinik Nr. 1924.
26. Schröder, Chr., Handb. der Entomologie Bd. 1. Jena 1928.
27. Siegler, G., a. Popenoe. The vatty acids as contact insecticides. Journ. Eccon. Entomol. 1925.
28. Smith, L. B., Relationship between the Wetting Power Efficiency of Nicotine-Sulfate and Fish-Oil Soap Sprays. Journ. of Agric. Research VII. 1916.
29. Staudinger, Fr., Heteromophosen an Stigmen und anderen Gebilden b. *Car. morosus* Br. Arch. Entw. Mechanik Bd. 122, 1930.
30. Stellwaag, F., Die Benetzungsfähigkeit flüssiger Pflanzenschutzmittel und ihre direkte Meßbarkeit nach einem neuen Verfahren. Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 10, 1924.
31. Stober, Über die Wirkungsweise einiger ungiftiger Spritzmittel auf Insekten. Ztschr. f. angew. Entomologie Bd. 15, 1929.
32. Thiem, H., u. Kalandadze, L., Petroleum als Reblausbekämpfungsmittel. Zugleich ein Beitrag über das Ausbreitungsvermögen von Insekticiden. Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 18, 1931.
33. Trappmann, W., Methoden zur Prüfung von Pflanzenschutzmitteln. I. Benetzungsfähigkeit. Arb. aus der Biol. Reichsanst. f. Land- und Forstw. Bd. 14, 1926.
34. — — Schädlingsbekämpfung in Chemie und Technik der Gegenwart. Leipzig 1927.
35. Weber, H., Lehrbuch der Entomologie. Jena 1933.
36. Wilhelmi und Kunike, Versuche und Untersuchungen über die Wirksamkeit des Petroleumraffinates „Flit" bei Fliegen- und Stechmückenbekämpfung. Ztschr. f. Desinfektion und Gesundheitswesen Bd. 19, 1927.

37. Winterstein, Handbuch der vergleichenden Physiologie Bd. I, Teil 2. Jena 1921.
38. Zacher, Fr., Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung. Berlin 1927.
39. — — Öle, Fette und Seifen im Vorratsschutz. Mittlg. der Ges. für Vorratsschutz Bd. 11, 1935.
40. — — Der Kornkäfer und seine Bekämpfung. Mittlg. der Ges. f. Vorratsschutz Bd. 9, 1933.

Zum Massenwechsel der Tachine Parasetigena segregata Rond. (Phorocera agilis R.-D.) in der Rominter Heide*)

(Die Parasitierung der Nonne durch Insekten. Teil II)

Von

Otto-Friedrich Niklas, Waplitz (Ostpr.)

(Mit 17 Abbildungen)

Inhaltsübersicht Seite

Einleitung

Arbeitsplan und Arbeitsbedingungen, Schrifttum 64

Hauptteil

I. Biologische Beobachtungen zum Massenwechsel der Tachine 1936 66
A. Biologische Beobachtungen bis zur Eiablage 66
1. Das Fliegentönnchen 66
2. Das Schlüpfen der Fliegen 69
3. Bodenflug und Aktivität 69
4. Die Suche nach dem Geschlechtspartner 71
5. Die Reifungszeit der weiblichen Fliege 73
6. Der Kronenflug 74
B. Statistische Untersuchungen zu den Bewegungen der Fliege in ihrem Lebensraum 76
1. Die Tönnchendichte 76
2. Die Flugdichte 79
3. Die Eiablagedichte 82
C. Biologische Beobachtungen von der Eiablage bis zur Madenentwicklung . 85
1. Die Eiablage 85
2. Die Sterblichkeit der Tachinen 92
3. Die Entwicklung der Maden 94
II. Der Ablauf der Massenvermehrung der Tachinen 1933—1937 96

Schluß

Zusammenfassung der Hauptergebnisse 100
Schriftenverzeichnis 102

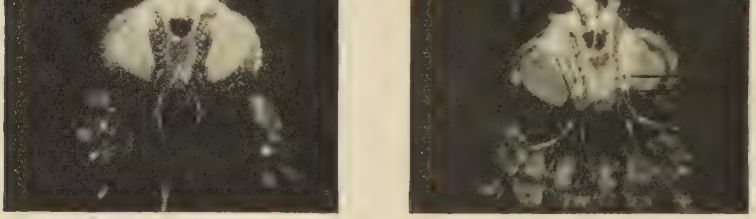
*) D 11.

Einleitung

Arbeitsplan und Arbeitsbedingungen, Schrifttum

Im Rahmen der Arbeiten der „Waldstation für Schädlingsbekämpfung in Rominten" über die Massenvermehrung der Nonne 1934 bis 1937 übernahm ich 1936 die Sonderaufgabe, die von E. v. Finck begonnenen Untersuchungen über die Bedeutung der Tachine *Phorocera agilis* R.-D. (= Parasetigena segregata Rond.) als Vernichterin der Nonnenraupe fortzuführen und zu beendigen. Insbesondere galt es, das Ineinandergreifen der beiden Lebensabläufe von Wirt und Parasit in seinem gegenseitigen Bedingtsein zu verstehen, die gegensinnige Abhängigkeit beider Gradationen ursächlich zu erfassen und damit die Aussichten einer biologischen Bekämpfung der Nonne auf Grund des möglichst genau zu erfassenden Ablaufs einer ausgedehnten Epidemie zu beurteilen.

Wegen der Namensgebung vgl. Stein, die systematischen Merkmale sind bei Baer und Stein zu finden. Abb. 1 zeigt den Geschlechtsdimorphismus in der Ausbildung des Fliegenkopfes. *Ph. agilis* R.-D. lebt in ganz Mitteleuropa,



♂ ♀

Abb. 1. Kopf von *Phorocera agilis* R-D. O = Orbitalborsten des ♀. (6,5fach)

die Verbreitungsgrenzen sind Mittelschweden und Nordrußland im Norden, Spanien und Ungarn im Süden. Außer in Nonnenvermehrungsjahren gilt sie für zerstreut vorkommend und nicht häufig. Als Wirte sind neben der Nonne noch Schwammspinner *(Porthetria dispar)* und Weidenglanzspinner *(Stilpnotia salicis)* bekannt, ich konnte in *St. salicis* die vollständige Madenentwicklung bis zum Tönnchen erzielen. Meine Fliegen legten ihre Eier auch an Raupen des Brombeerspinners *(Macrothylacia rubi)* und des Fichten-Bürstenspinners *(Dasychira abietis)* ab, doch entwickelten sich die Maden in ihnen nicht.

Zum besseren Verständnis sei eine kurze Beschreibung des Lebensablaufes von *Ph. agilis* vorausgeschickt (Zeitangaben nach meinen Rominter Feststellungen): die Tönnchen ruhen von Mitte August bis Ende April im Waldboden. Die ♂♂ schlüpfen 3—4 Tage eher als die ♀♀; beide Geschlechter fliegen zuerst dicht über dem Waldboden, wo auch die Begattung stattfindet, später im Kronenraum der Fichten. In etwa 10 Tagen werden die Eier des begatteten Weibchens reif, die Eiablage dauert von Ende Mai bis Mitte Juli und erfolgt fast nur an ältere Raupen

ab Stadium III. Die nach 4—6 Tagen schlüpfenden Fliegenmaden bohren sich in die Nonnenraupen ein und wachsen unter zweimaliger Häutung in ihnen heran. Das Ausbohren der erwachsenen Maden (Ende Juni bis Mitte August) tötet die Wirtsraupe ab. Die Made läßt sich zu Boden fallen, dringt in ihn ein und verpuppt sich zum Tönnchen.

Die ersten Beobachtungen und Versuche anläßlich einer Nonnenplage verdanken wir Loos (1908—1917): Er machte Angaben über Entwicklungszeit der Eier und Larven, über Fliegenschwärmen sowie über Eiablage und Witterung. Seinen Feststellungen zufolge werden nur größere Raupen ab Stadium III mit Fliegeneiern belegt; ein Teil dieser Eier wird bei der Raupenhäutung noch unentwickelt abgestreift und damit vernichtet. In kranken Raupen entwickeln sich die Maden schlecht. In durchforsteten Beständen werden mehr Fliegeneier abgelegt als in nicht durchforsteten. Tölgs Arbeit (1913), die wesentliche Beiträge brachte, folgt Prell (1914—1917), der den Freilandbeobachtungen solche im Laboratorium hinzufügte. Auch Gößwald (1934) teilt Zimmerversuche über die Tönnchen und das Schlüpfen mit. Insbesondere über die Rolle der Tachinen während Massenvermehrungen der Nonne berichteten Trägardh (1920), Rebel (1921), Knoche (1929) und Komárek (1933, 1937). Auch Wellensteins Untersuchungen über die Koburger Nonnenvermehrung (1931) standen mir zur Verfügung und ich habe sie ausgiebig genützt. Das gleiche gilt natürlich von meinem Vorgänger, Kamerad E. v. Finck, dessen gedruckte „Vorläufige Mitteilung" mir nebst einem noch ungedruckten Arbeitsbericht und den gesamten Arbeitsprotokollen vorlagen. Im Lauf der folgenden Darstellung werde ich immer wieder auf seine Befunde zurückzugreifen haben. Der Forschungsstand, den er mir zur Weiterarbeit übergab, läßt sich kurz wie folgt zusammenfassen:

Der Vermehrungskoeffizient der Tachinen ist in stark von der Nonne befallenen Gebieten sehr gering, in schwach befallenen dagegen weit größer, als daß die größtbekannte Vermehrungskraft eines Weibchens diese Zunahme ermöglichen könnte. So muß für diese Gebiete Zuflug von Fliegen angenommen werden, die wahrscheinlich aus den Gebieten höchsten Nonnenbefalls überwandern. Meine Hauptaufgabe sah ich darin, diesen theoretisch wie praktisch gleich bedeutsamen Gesichtspunkt auf Grund genauer statistischer Untersuchungen und unmittelbarer Beobachtungen zu klären.

Ferner fand ich eine durch Wellenstein und E. v. Finck sorgfältig durchgebildete Methodik vor. Wie weit ich sie beibehielt bzw. fort- oder umbildete, muß die eigene Darstellung ersichtlich machen.

Naturgemäß wäre es unmöglich gewesen, ohne die Hilfe der Kameraden, die die Nonnengradation in biologischen, meteorologischen und sonstigen Untersuchungsreihen verfolgten, meine Aufgabe zu lösen. Sie alle stellten mir ihre Erlebnisse und ihre Hilfe jederzeit zur Verfügung. Ferner unterstützte mich bei der Tachinenarbeit 1936 als ständiger Helfer Paul Legatzki, der schon 1935 meinem Vorgänger E. v. Finck geholfen hatte. Zu umfangreicheren Erhebungen erhielt ich zeitweise 5 Arbeitsdienstmänner bzw. Waldarbeiter zugeteilt. Die höchst zeitraubenden Polyederuntersuchungen führte meine Frau durch.

Auf meiner Hauptversuchsfläche im Süden der Heide (Jagen 23, Fö. Bludschen, Forstamt Schittkehmen) stand mir eine 2 m im Geviert messende Hütte zur Verfügung, die ruhiges Arbeiten unabhängig von

der Witterung erlaubte, ferner eine 25 m hohe Beobachtungskanzel im Kronenraum mit meteorologischer Meßstelle und eine andere solche Meßstelle in 1,5 m Bodenhöhe. Einige weitere Vergleichsflächen wählte ich in Anlehnung an die Nonnenuntersuchungen so, daß mir deren Ergebnisse voll zugute kamen. Die dort beschäftigten Kameraden unterzogen sich der für meine Fragestellung erforderlichen Mehrarbeit bereitwilligst.

1936 und 1937 siedelte ich nach Beendigung der Außenarbeiten ins Zoologische Institut der Universität Königsberg über, wo ich die in Rominten schwierige Laboratoriumsarbeit und die Auswertung des Gesamtmaterials nachholte. Diese sinnvolle Verbindung von Freiland- und Laboratoriumsarbeit hat meine Untersuchungen sehr gefördert.

Ich danke all meinen Kameraden und Mitarbeitern für ihre unermüdlich treue Hilfe, insbesondere Herrn Forstassessor G. Wellenstein für Stellung der Aufgabe und großzügige Förderung der gesamten Außenarbeit, endlich Herrn Professor Dr. O. Koehler für Anteilnahme an der in seinem Institut durchgeführten Innenarbeit.

Hauptteil

I. Biologische Beobachtungen zum Massenwechsel der Tachine 1936

A. Biologische Beobachtungen bis zur Eiablage

1. Das Fliegentönnchen

Rund 10 Monate verbringt die Fliege im Ruhezustand als Tönnchen im Boden. Hier ist ihre Zahl je Flächeneinheit ein zum Vergleich des Fliegenbefalls in verschiedenen Gebieten wichtiger Wert: die Tönnchendichte.

Die Bodenuntersuchung auf Fliegentönnchen führten Arbeitsdienstmänner und Waldarbeiter aus, sie arbeiteten bei steter Beaufsichtigung recht zuverlässig. der Übersehfehler betrug 7—12 %.

Durchsucht wurde stets ein Bodenstreifen von 5 qm, der, unter geschlossenem Kronendach gelegen, einen Stamm mit einschloß, entsprechend dem Verfahren bei Forleulenuntersuchungen (Hilf-Wittich 1925). Nach Abb. 2 würde ein nur unter den randlichen Teilen des Kronendaches gelegener Bodenstreifen zu hohe Tönnchenzahlen ergeben.

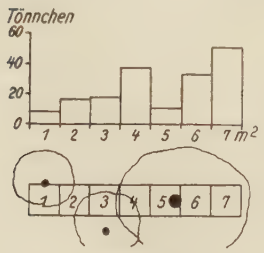


Abb. 2
Verteilung der Tönnchen unter dem Kronendach. (Der Flächenverlust in qm 5 durch den Stamm ist berücksichtigt)

Außer der Zahl der Tönnchen war aber auch ihr Gesundheitszustand wichtig; ihn untersuchte ich durch Aufschneiden der Puparien. Dies geschah stets innerhalb von 24 Stunden nach der Entnahme aus dem Boden, damit die künstlichen Bedingungen keinen falschen Sachverhalt vortäuschten.

Derartige genauere Untersuchungen hat erstmalig Wellenstein 1931 an Koburger Material angestellt. Er fand dabei rund 50 % Tote. Ursachen waren Fäulnis und andere Bakterienkrankheiten. Parasiten nur in ganz wenigen Fällen.

Tabelle 1

Sterblichkeit der Fliegentönnchen im Boden

		Verpilzung %	Fäulnis und andere Ursachen[1]) %	Parasitierung %	Gesamtsterblichkeit %
Frühjahr 1936	Waldboden unter geschlossenem Bestand	1,3 ± 0,38	17,9 ± 1,3	3,1 ± 0,58	22,3 ± 1,4
	Waldboden im Kahlschlag	3,3 ± 0,78	10,6 ± 1,4	1,9 ± 0,60	15,8 ± 1,6
	Waldboden im Bruch	0	4,3 ± 1,1	3,4 ± 1,00	7,7 ± 1,5
	Mittel aller Flächen:				
	Obere Schicht	2,1 ± 0.58	11,6 ± 1,3	3,2 ± 0,71	16,9 ± 1,5
	Untere Schicht	3.0 ± 0,68	21,3 ± 1,6	0,8 ± 0,11	25,1 ± 1,7
Mittlere Sterblichkeit Frühjahr 1936		2,3 ± 0.36	14,2 ± 0,84	2.7 ± 0,39	19,2 ± 0,95
Mittlere Sterblichkeit Frühjahr 1937		0.9 ± 0,23	19,0 ± 0,95	2,3 ± 0,11	22,2 ± 1,0

(1936: 1728 Tönnchen untersucht.)
(1937: 1718 Tönnchen untersucht.)

m (Mittelfehler der %-Angabe) errechnet nach Formel $= \pm \sqrt{\frac{a\,\% \cdot (100 - a)}{N}}$

E. v. Finck bestimmte die Sterblichkeit der 1934 in den Boden gelangten Tönnchen durch Nachsuche der Schlüpfflächen (siehe E. v. Finck, Tab. 13), er gewann eine mittlere Sterblichkeit von 19 %.

1936 und 1937 betrug die mittlere Sterblichkeit der Tönnchen im Boden 19.2 bzw. 22.2 %, so daß die aller Jahre um 20 % herum liegt. Das ist recht niedrig, wenn man vergleichend die Koburger Angaben Wellensteins mit rund 50 % und die Baers (1920) mit 50—80 % daneben hält (Herr Geheimrat Escherich nannte mir ähnliche Zahlen aus süddeutschen Nonnengebieten. — Mündl. Mitt.).

Die eigenen Sterblichkeitsuntersuchungen (Frühjahr 1936 und 1937) faßt die Tab. 1 zusammen: Der Anteil der Parasiten an der Gesamtsterblichkeit ist gering (ähnlich wie bei Wellenstein, Koburg 1931); diese Befunde stehen im Gegensatz zu den Angaben Baers. Auch die verpilzten Tönnchen sind selten; die meisten Puparien sind durch Fäulnis und andere Ursachen zugrunde gegangen. Unter den einzelnen Bodenarten weist Waldboden des geschlossenen Bestandes die höchste, Moorboden eigenartigerweise die geringste Sterblichkeit auf; Pilzsterblichkeit ist im Boden des Kahlschlages am häufigsten und fehlt im Moor ganz.

Die geringe Gesamtsterblichkeit im Moorboden findet vielleicht in den Versuchsergebnissen Größwalds eine Parallele. Bei in 100 % relativer Luftfeuchte gehaltenen Tönnchen der Nonnentachine schlüpfte

[1]) Diese sicher zu erkennen war sehr schwierig, ich unterließ es daher.

von allen Versuchen der höchste Hundertsatz in der niedrigsten Temperaturstufe (7° C). Nun ist Bruchboden von allen Bodenarten der durchschnittlich kälteste (vgl. Geiger 1927) und eigene Messungen ergaben Ende April 1936 im Bruchboden noch Tagesmittel von 7—8° C, als im Kahlschlag die Mitteltemperaturen schon mehr als das Doppelte betrugen. Die geringe Sterblichkeit im Bruchboden könnte also durchaus temperaturbedingt sein. Zur sicheren Beurteilung dieser Untersuchungen, vor allem in den anderen Böden, wären vorerst chemische Bodenanalysen erforderlich.

Die Zahl der Tönnchen verringerte sich während des Winters außerdem durch die Tätigkeit von Bodentieren, Vögeln, Kleinsäugern und Wildschweinen. Über den Vernichtungsanteil der einzelnen Vogelarten geben Dr. Steinfatts Magenuntersuchungen wenigstens einen ungefähren Anhalt, etwas unsicher deshalb, weil die Reste die Artbestimmung nicht immer gestatteten.

Enthielten bei Untersuchung von ausschließlich während der Tönnchenruhe (Mitte August bis Ende April) erlegten Vögeln mehr als 2/3 von ihnen Fliegentönnchen, so sind 3 Kreuze vermerkt, 2 Kreuze bedeuten Tönnchenfunde bei einem bis zwei Dritteln, ein Kreuz solche bei weniger als einem Drittel der untersuchten Vögel.

		n
Haubenmeise	+++	14
Kohlmeise	+++	10
Kleiber	+++	4
Eichelhäher	++	13
Sumpfmeise	++	11
Waldbaumläufer	++	15
Blaumeise	+	4
Buchfink [1])	+	9
Schwanzmeise	+	6
Wintergoldhähnchen	+	12

Der Eichelhäher, der nach Steinfatt (briefl. Mitt.) am häufigsten bei der Suche im Waldboden beobachtet wurde, steht nach den Magenuntersuchungen nicht an erster Stelle.

Die Tönnchenverluste lassen sich angenähert bestimmen. Im Herbst und im nächstfolgenden Frühjahr wurden am gleichen Ort die Tönnchenzahlen im Boden ermittelt (die Bodenflächen lagen meist unter benachbarten Bäumen, höchstens aber 10 m voneinander entfernt). Es fanden sich auf 5 qm Bodenfläche:

	Herbst		Frühjahr		
	unters. qm	Tö. je 5 qm	unters. qm	Tö. je 5 qm	Verlust in %
1934/35	5	1	20	0,5	rd. 50
1935/36	55	292	70	153	rd. 50
1936/37	74	448	30	328	rd. 27

Die gleichen Verhältnisse hat erstmalig Komárek zahlenmäßig belegt.

[1]) Siehe Steinfatt (1937a).

2. Das Schlüpfen der Fliegen

Das Schlüpfen der Fliegen (von Anfang Mai bis Anfang Juni) beginnt nach Berichten früherer Beobachter in den ersten Morgenstunden, erreicht bald danach seinen Höchstwert und ist gegen Mittag beendet.

E. v. Finck konnte weiter feststellen, daß der kältere Moorboden das Schlüpfen gegenüber dem normalen Waldboden um 3—4 Tage verzögert.

Ich wandte zur Schlüpfbeobachtung das gleiche Verfahren an wie v. Finck 1935: einmal dünne Gazetücher, allseitig dicht am Boden festgelegt und mit einer Papprolle abzurollen, dann zeltartige Tücher, unter denen die Tiere zum Licht flogen und sich in den aufgesetzten Fanggläsern, die es besser als die Gaze durchließen, finden (v. Finck, dieser Bd. Abb. 2 und 11).

Der Hauptschlupf findet nach stündlichen Beobachtungen an 5 Tagen zwischen 6 und 9 Uhr mit dem Höchstwert zwischen 6 und 7 Uhr statt: Abb. 3 a (vgl. auch E. v. Finck, Abschn. A 1, Tab. 1 u. 2). Wie Abb. 3 b lehrt, die die prozentuale Häufigkeit auf 3 Schlüpfflächen geschlüpfter Fliegen mit den zugehörigen Tagesmitteln der Bodentemperatur [1]) vergleicht, schlüpfte unterhalb 6° und oberhalb 15° C als Tagesmittel nichts mehr, die größte Schlüpfhäufigkeit liegt zwischen 11 und 13° C. Ein nennenswerter Unterschied in der Schlüpfvorzugstemperatur beider Geschlechter ist nicht festzustellen.

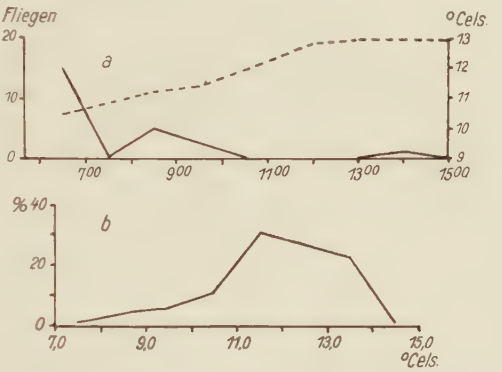


Abb. 3. *a* Fliegenschlüpfen (———) und Bodentemperatur (— — —) während eines Tages. (Jv. 88 — Nassawen, 25. 5. 36). *b* Prozentuale Verteilung geschlüpfter Fliegen auf die Tagesmittel der Bodentemperatur

3. Bodenflug und Aktivität

Die fertig entwickelte Fliege beginnt alsbald mit einem lebhaften Flug dicht über dem Boden. Um zu erfahren, in welcher Weise sich der Bodenflug auf den Tageslauf verteilt, zählte ich auf einer bestimmten Bodenfläche (4 qm) stündlich je 10 Minuten lang die Fliegen, die sich in der fraglichen Zeit innerhalb des unauffällig abgesteckten Bezirks bis zu ½ m Höhe über der Vegetation befanden. Zwei solcher Flächen wurden laufend beobachtet, eine mit etwa ½ m hohem Grasbewuchs und eine gleich große andere fast kahle. Die Zahl der beobachteten Fliegen der einzelnen Flächen gibt als Beispiel Abb. 4a. Wie ersichtlich, ist der Flug in den Morgenstunden am stärksten und nimmt über bewachsenem Boden eher ab als über kahlem, wo zudem jederzeit mehr

[1]) Die Messung der Bodentemperatur erfolgte in der gleichen Weise wie bei E. v. Finck.

Tachinen fliegen. Nach 16 Uhr war der Flug so gut wie beendet. Da über dem kahlen Boden die Luft sich stärker erwärmt (vgl. Geiger, 1927), weist das Ergebnis auf ein deutliches Wärmebedürfnis der Vollinsekten hin, im Gegensatz zu den Ansprüchen der Tönnchen.

Da Apparate zur Strahlungsmessung nicht verfügbar waren, mußte sie behelfsmäßig geschätzt werden.

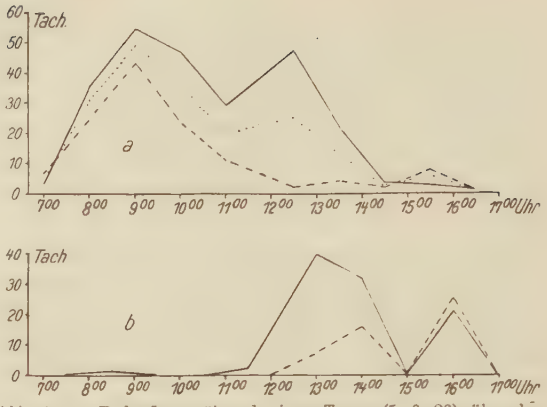


Abb. 4. *a* Bodenflug während eines Tages (5. 6. 36) über bewachsenem Boden (— — —), über unbewachsenem Boden (———) und im Mittel beider Flächen (. . .). *b* Kronenflug während eines Tages (5. 6. 36). (——— aufwärts, — — — abwärts.) (*a* und *b* in Jg. 23 — Schittkehmen)

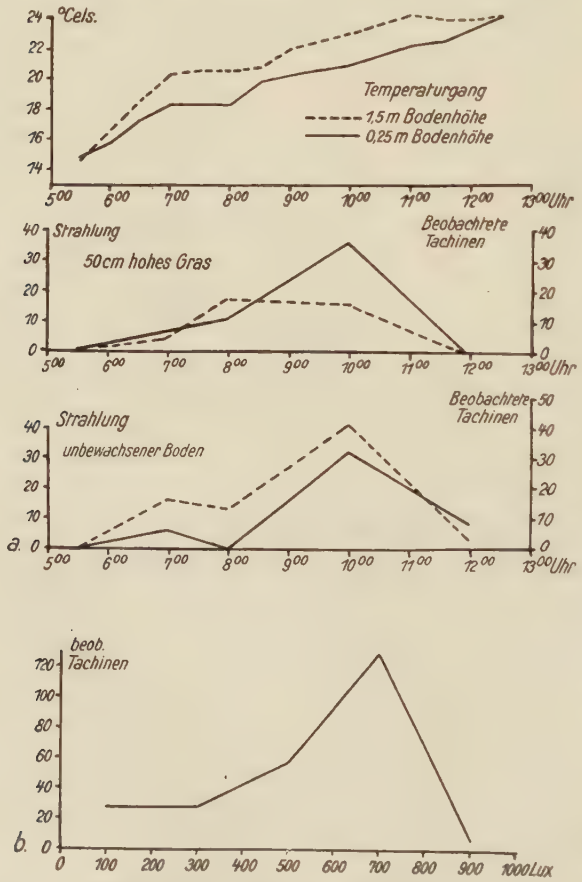


Abb. 5. *a* Bodentemperatur-Gang (a_1), Aktivität — — — und Strahlung ——— (a_2 und a_3). *b* Fliegenaktivität und Lichtstärke (gemessen in Lux, zusammengestellt aus rd. 90 Einzelmessungen)

Bei Beobachtung der betreffenden Flächen wurde der Teil, der gerade besonnt war, in Bruchteilen der gesamten Fläche geschätzt. Durch wandernden Baumschatten und wechselnde Wolkenbedekkung änderte sich dieser Wert stark, daher habe ich während der 10 Min. Beobachtungszeit je Stunde auch noch angegeben, wie lange Sonne und Schatten dauerten. Die ganze Fläche (4 qm) besonnt mal der ganzen Zeit Sonne (10 Min.) ergab als Höchstwert 40, als Tiefstwert 0 (keine Sonne während 10 Min. Beobachtungszeit). Derart kommen in Abb. 5 a die Kurven der Sonnenstrahlung zustande. Die Aktivität ist in der Zahl bis zu ½ m über dem Boden in der Beobachtungszeit fliegend gezählten Tachinen ausgedrückt.

Strahlung und Aktivität, außerdem noch die Temperaturen in 0,25 und 1,50 m Bodenhöhe (Abb. 5 a) zeigen klar den be-

herrschenden Strahlungseinfluß auf die Aktivität über kahlem Boden mit seiner konzentrierten Wirkung strahlender Wärme, den weit geringeren über Grasbewuchs, wo auch die Strahlung stark geschwächt wirkt. Der Tagesgang der Lufttemperatur ist ohne Einfluß auf die Aktivität.

1937 prüfte ich während der Hauptflugzeit der Tachinen diese Beziehung noch einmal nach. Die Sonnenstrahlung wurde jetzt mit einem photoelektrischen Belichtungsmesser[1]), dessen Werte in Lux umgerechnet werden konnten, festgestellt. Maß ich hierbei auch nicht die Wärmestrahlung, sondern die photochemisch wirksamen Strahlen, so ergaben sich doch genauere Werte, insbesondere wenn, wie hier geschehen, stets über Waldboden mit Bodenbewuchs gemessen wurde. Über diesem war die Rückstrahlung annähernd überall als gleich anzunehmen. Die Aktivität der Tachinen wurde wie bei der vorjährigen Messung ermittelt.

In Abb. 5 b ist das Ergebnis von etwa 90 derartigen Einzelmessungen dargestellt und gibt im Grunde das gleiche Bild wie die vorjährigen Untersuchungen. Es zeigt aber darüber hinaus, daß die Aktivität ein Optimum hat, das hier bei etwa 700 Lux liegt.

Die Aktivität der Tachine *Phorocera agilis* ist demnach abhängig von der auf sie wirkenden Sonnenstrahlung — direkt und vom Boden zugestrahlt —, weit weniger von der Lufttemperatur. Sie besitzt ein Optimum, zu starke Einstrahlung (Bestandsränder, lichter Bestand an heißen Tagen) lähmt die Aktivität in gleicher Weise wie sehr geringe.

4. Die Suche nach dem Geschlechtspartner

Die Männchen von *Phor. agilis* beginnen in der ersten Maiwoche zu schlüpfen. 4—5 Tage nach den ersten Männchen erscheinen auch die Weibchen und werden gleich begattet. Für den Massenwechsel der Tachine ist die Frage bedeutsam, ob die Weibchen alle von den Männchen gefunden und begattet und so alle einer Fliegenpopulation innewohnenden Vermehrungskräfte voll ausgenutzt werden: also die Frage nach der Begattungswahrscheinlichkeit.

Die Tachinen flogen sehr gern helle Flächen aller Art an: weißgeschnitztes Klobenholz, Schnittflächen frisch gefällter Stämme, Sandflächen und die Leimtafeln, die zum Auffangen des Raupenkotes als Fraßkontrolle von der Biologischen und Bekämpfungsabteilung unserer Waldstation verwandt wurden. (Im Gegensatz zu 1935, wo nur verschwindend wenig Fliegen sich auf den Leimtafeln gefangen hatten.)

Auf eine solche Leimtafel, ein 35 : 35 cm großes, mit Raupenleim bestrichenes Pergamentblatt, klebte ich ein frisch geschlüpftes, unbegattetes Fliegenweibchen und legte die Tafel, zusammen mit einer unbesetzten Leimtafel, am Waldboden aus. Letztere sollte angeben, wie weit die helle Papierfläche allein die Fliegenmännchen anlockte. Diesen Versuch wiederholte ich (vom 22. Mai bis 20. Juni 1936) täglich von 10.30 Uhr bis 12.30 Uhr[2]). Ein Tafelpaar stellt Abb. 6 dar.

---

[1]) „Ombrux", Umrechnung laut Gebrauchsanweisung: reziproker Ausschlagswert (in sec angegeben) mal 50 = Lux; z. B.: abgelesen $^1/_{100}$ sec, 100 mal 50 = 5000 Lux.

[2]) Das sinngemäß gleiche Verfahren wandte die Biologische Abteilung zur Ermittlung der Begattungswahrscheinlichkeit bei der Nonne an.

In der Station wurden die Fliegen von den Tafeln abgenommen, mittels Alkohol und Äther von anhaftendem Leim gereinigt und auf das Geschlecht hin bestimmt.

Der Unterschied zwischen den Männchenzahlen auf der besetzten und der freien Tafel des gleichen Tages betrachtete ich als die Zahl der auf das Lockweibchen aktiv angeflogenen Männchen.

In Abb. 7 sind für jeden Tag die in 2 Stunden auf ein Weibchen angeflogenen Männchen aufgeführt, dann aber auch die gleichen Verhältniszahlen (Männchen auf 1 Weibchen) nach dem Ergebnis der Schlüpftücher. Hier überwiegen anfangs Männchen sehr stark; erst mit dem Ausschlüpfen auch des letzten Weibchens stellt sich das endgültige Verhältnis Männchen/Weibchen ein. Es sucht also eine größere Zahl von Männchen die Weibchen auch dann noch aktiv auf, wenn das Geschlechterverhältnis schon nahezu 1 : 1 beträgt. Das starke Schwanken der Kurve für die Leimtafelwerte ist auf Grund der täglich verschiedenen Einstrahlung leicht zu erklären. Die Begattung aller Weibchen war 1936 also bis zum Schluß gesichert.

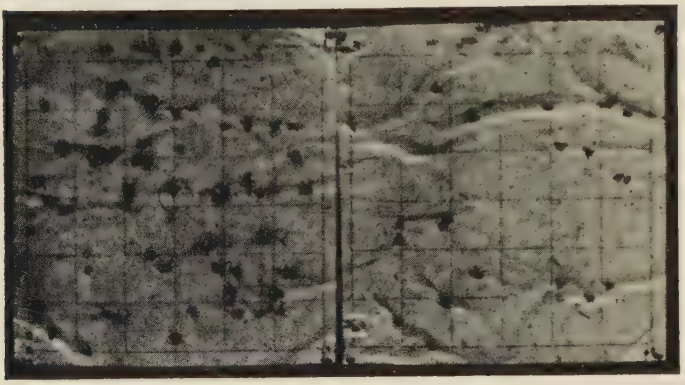


Abb. 6. Leimtafeln zur Begattungswahrscheinlichkeit. (23. 5. 36). (Links: ♀ im Kreis: 58 ♂♂ angeflogen, rechts freie Tafel: 17 ♂♂)

1937 setzte infolge der großen Hitze und Trockenheit im Mai ein Sterben der Männchen ein, das sich alsbald in einem beträchtlichen Absinken der Begattungswahrscheinlichkeit bemerkbar machte. 1936 waren in der ersten Junihälfte im Mittel 10 Männchen auf 1 Weibchen angeflogen, 1937 bei sogar etwas späterem Schlüpfbeginn im Mittel 3 Männchen, nach dem 10. Juni überhaupt keine mehr. Die für die Tachinen ungünstigen Klimabedingungen wirkten sich also auch in der Begattungswahrscheinlichkeit aus.

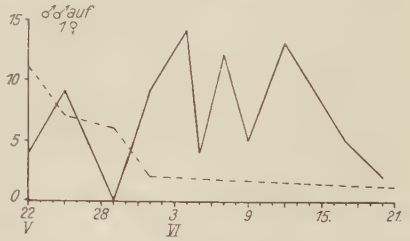


Abb. 7.
Begattungswahrscheinlichkeit und ♂♂/♀♀-Verhältnis. ——— auf 1 ♀ angeflogene ♂♂; – – – ♂♂/♀♀-Verhältnis nach Schlüpftuchbefund

Welche Sinne das Finden der Geschlechter ermöglichen, ist für *Phorocera agilis* oder verwandte Tachinenarten bisher nicht untersucht worden. E. v. Finck vermutet, es sei vornehmlich der Gesichtssinn. Andrerseits liegen zahlreiche Befunde an verschiedensten Insektenarten vor, die alle dem Geruchssinn die Hauptrolle zusprechen.

Es hätte den Rahmen meiner Arbeit überschritten, eingehende Versuche hierzu anzustellen. Einige Zahlen aus Leimtafelversuchen gibt die folgende Übersicht (die Zahlen sind Mittelwerte angeflogener Tachinen aller Versuche):

Art des Versuchs	Auf Leimtafel angeflogene Männchen	Weibchen	Zahl der Versuche
Weibchen frei auf Leimtafel	9,4	0,3	9
Weibchen unter Cellophan	7,0	1,0	4
Weibchen begattet	6,8	1,4	5
Andere gleichgroße Fliegen	4,7	1,3	3
Freie Leimtafel	3,7	1,5	11

Den Angaben kommt, der niedrigen Versuchszahlen wegen, nur geringe Beweiskraft zu. An sich würden sie für eine maßgebliche Mitbeteiligung des Gesichtssinnes sprechen. Aus der unmittelbaren Beobachtungen aber gewinnt man den Eindruck, daß, wenigstens auf die Nähe, auch dem Geruchssinn ein wesentlicher Anteil zukommt. Der lebhafte Zickzackflug der Männchen über dem Boden mag den Nachteil der geringen Reichweite ausgleichen.

Auch Weibchen fliegen hin und wieder die Leimtafeln an, wie die Zahlenübersicht zeigt. Sie können dort Versuchsfehler bedingen, denn es fliegen nun die Männchen nicht mehr auf ein einziges Weibchen an. In der Abb. 7 ist dieser Fehler nicht berücksichtigt, da er nur an 3 der 31 Tage auftrat.

5. Die Reifungszeit der weiblichen Fliege

Die Reifungszeit (Latenzperiode) dauert nach Prell (1915) durchschnittlich 12 Tage bei mittlerer Zimmertemperatur von 16—20 °C. In einer Temperatur von über 20° gehaltene Weibchen legten nach 7 Tagen Eier ab, im Keller (10—12°) überhaupt nicht, und die Ovarien blieben hier unentwickelt.

Gehalten wurden die Tiere teils in großen Freilandkäfigen aus Drahtgaze, teils in kleineren mit Stoff bespannten im Arbeitsraum, einzelne in 1—2 l fassenden Gazezylindern.

E. v. Finck benutzte ganz ähnliche Anordnungen, jedoch nur Gazezwinger von $^1/_2$—$^1/_{20}$ cbm Inhalt, ebenso das gleiche Futter. Die Zwinger hingen alle im Freien.

Als ideal erwiesen sich auch diese Zuchtbedingungen nicht; auf Grund seiner Erfahrungen (siehe diesen Bd.) gab ich außer Blumen, Zucker und Wasser noch aufgeschnittene größere Insekten, die verfaulend, das scheinbar nötige Eiweiß lieferten. An allen diesen Stoffen waren die Fliegen gleich häufig zu sehen. Die erhoffte Erleichterung der Käfigzuchten wurde aber auch dadurch nicht erreicht.

Im Gegensatz zum Freiland saßen die Tiere ruhig in den Zwingern (Abb. 8): in jedem Falle stellt diese, freilich kaum zu umgehende Haltung künstliche Lebensbedingungen dar. Ob die 1936 etwas verbesserten Bedingungen sich günstiger auswirkten, kann nicht an-

Abb. 8. Fliegen im Zwinger

gegeben werden, allen Zwingerversuchen setzte eine ausbrechende Pilzseuche ein frühes Ende.

Für jede der beobachteten Reifungszeiten bildete ich das Mittel aus sämtlichen zugehörigen Messungen der Lufttemperatur (1,5 m über dem Boden in Höhe der Zwinger ermittelt). Nahe beieinander liegenden und ziemlich niedrigen Mitteltemperaturen entsprachen sehr verschieden lange Reifungszeiten, ja es fanden sich sogar Höchst- und Tiefstwert zwischen 15 und 16° Mitteltemperatur. Da bei Prell die Dauer der Reifungszeit wenig schwankt und seine Versuche sämtlich im Zimmer angestellt wurden, so dürfte sie im Freien nicht nur von der Lufttemperatur abhängen, sondern auch von anderen Umständen erheblich mitbeeinflußt werden, vor allem vermutlich von der Sonnenstrahlung.

Im Freien sind die Weibchen wohl insgesamt etwas träger als die Männchen, doch überall auch während der Reifungszeit zu finden; das ist durchaus verständlich, denn die Eireifung bedingt sicher erhöhten Nahrungsbedarf[1]).

Regelmäßige Untersuchungen freifliegender Tiere ergaben über dem Waldboden ein deutliches Überwiegen der Männchen, an Blumen und Wegrändern oft gerade umgekehrt beträchtliche Weibchenüberschüsse.

6. Der Kronenflug

Bei Schlüpfbeginn sieht man die Fliegen, zunächst nur Männchen, im Zickzackfluge am Boden herumsuchen. Ungefähr zur Zeit des Schlüpfbeginns der Weibchen treten die ersten Tachinen im Kronenraum auf, abermals zuerst nur Männchen, später auch die Weibchen. Die Tiere fliegen nie geradlinig vom Boden aus empor, sondern kommen in einer Schlangenlinie (Abb. 9) auf der besonnten Seite eines Stammes zur Krone, wobei sie sich öfters hinsetzen und nur ganz selten die Schattenseite wählen. In Abb. 10, die dieses belegt, ist der Umfang des Baumes abgerollt gedacht und die jeweils beschattete Seite schraffiert.

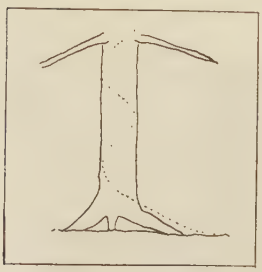


Abb. 9. Flugbahn der Tachinen

Um den Kronenflug zahlenmäßig darzustellen, markierte ich mit dünnen Bindfäden Stämme je in 0,5—1—2 und 3 m Höhe, außerdem durch längsgespannte Fäden die 4 Haupthimmelsrichtungen. Ich wählte mehrere Stämme, weil Sonne und Schatten oft wechselten und mit dem Verschwinden der Sonne auch der Flug aufhörte. Aus genügender Entfernung beobachtete ich so 3 Stämme den ganzen Tag über stündlich je 15 Minuten lang und zeichnete jede Fliege auf, die eine der 4 Höhenlinien überflog. Dabei wurde berücksichtigt, ob die Bewegung auf- oder abwärts gerichtet war. Um weit entfernte, schwer sichtbare oder zweifelhafte Tiere zu erkennen, war ein Fernglas zur Hand.

Der Kronenflug setzt etwa dann ein, wenn der Bodenflug abzunehmen beginnt (13—14 Uhr). Neben dem Aufwärtsflug ist aber auch schon von Anfang an einer abwärts feststellbar; dieser wird gegen Abend stärker als der in die Kronen hinauf (Abb. 4 b). Insgesamt sind

[1]) Begattet waren sie, weil sie gezwingert nach verschieden langer Zeit Eier ablegten.

am Beobachtungstage, von dem die Abbildung stammt, 96 auf- dagegen 48 abfliegende Tachinen gezählt worden.

Es brauchen nicht dieselben Tiere zu sein, die am gleichen Stamm hinauf- und wieder herabfliegen, sie wechseln vielmehr in dem normalen geschlossenen Bestande im Fluge über mehrere Bäume. Eine wie im vorliegenden Falle aus dem Bestande ausgewählte Gruppe von Stämmen, die sich in keiner Weise von den umgebenden unterschied, erlaubt aber die Annahme, daß die so gewonnenen Ergebnisse als

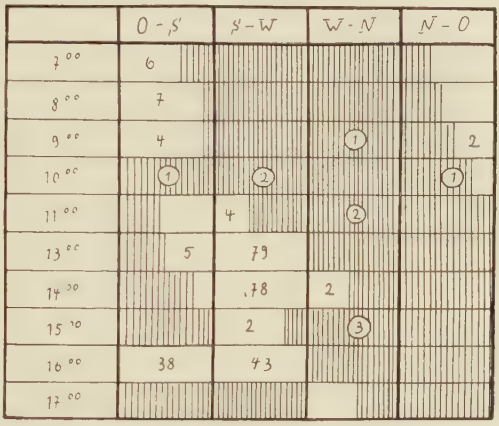


Abb. 10 Kronenflug und Sonne. (Im Schatten, schraffierte Felder, 10 Tachinen, in der Sonne 270 Tachinen aufgeflogen; Zahlen = Fliegen)

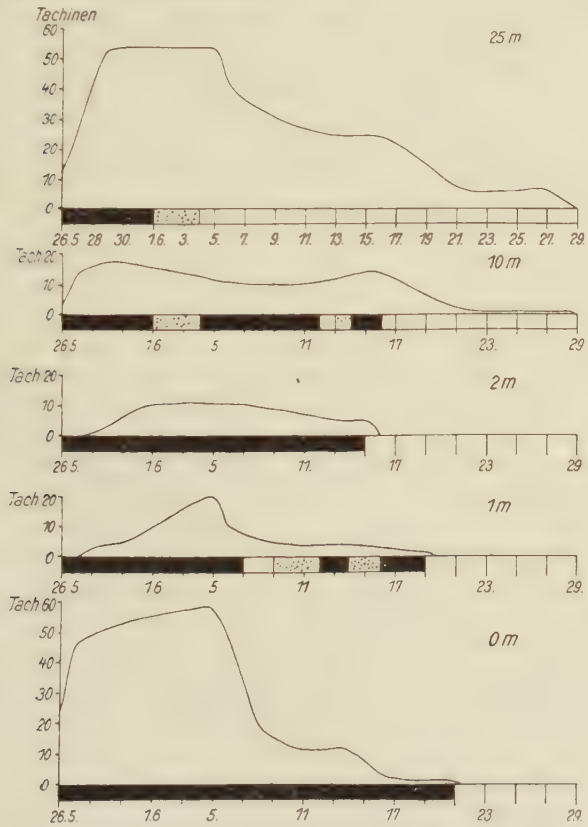


Abb. 11. Tachinenflug (nach Leimtafelbesatz) in verschiedenen Höhenstufen. (Unter jeder Stufe das zugehörige ♂♂/♀♀-Verhältnis: ■ ♂♂ überwiegen, ▨ ♂♂ : ♀♀ = 1 : 1, □ ♀♀ überwiegen. Die Abbildung ist halbschematisch, fortgelassen sind die klimatisch bedingten Schwankungen von Tag zu Tag)

Durchschnittswerte betrachtet werden dürfen.

An dem Flug in die Kronen beteiligen sich Männchen und Weibchen. Der Anteil der im Kronenraum verbleibenden Tachinen ist nicht überall gleich und hängt, wie später genauer zu besprechen sein wird, mit dem Zustand der Nonnenraupen zusammen.

Den täglichen Kronenflug vom Beginn des Schlüpfens der Weibchen ab, hat schon E. v. Finck (dies. Bd., Abt. A, Abschn. 2) richtig beobachtet. Nicht erkannt hat er freilich, daß sich auch die Weibchen an ihm beteiligten, daß weiter ein Abflug nachmittags stattfindet, ein Teil der Tiere aber nicht herunterkommt.

Aus zahlreichen Beobachtungen mit gleichem Ergebnis ziehe ich den Schluß,

daß stets ein Teil der aufgeflogenen Tachinen im Kronenraume bleibt und nicht zum Boden zurückkehrt.

Um einen Überblick zu erhalten, in welcher Weise sich der Flug über längere Zeit hin verhielt, wandte ich wieder Leimtafeln an. In 0—1—2—10 und 25 m Bodenhöhe an meiner Beobachtungskanzel angebracht, wurden sie täglich gewechselt, die angeflogenen Tachinen später von ihnen abgelöst und auf das Geschlecht bestimmt.

Ablauf und Stärke des Fluges in den einzelnen Höhenstufen gibt die Abb. 11. Die Flugstärke ist nur anfangs am Boden etwas höher als in der oberen Krone (25 m), nimmt dann etwa 2 Wochen nach Flugbeginn am Boden schnell ab und ist fortan viel geringer als in der Krone. In den dazwischenliegenden Höhenstufen bleibt sie niedrig. Die Flugdauer hält im oberen und unteren (10 m) Kronenbereich um rund eine Woche länger an als am Boden, in den Höhenstufen dazwischen ist sie noch kürzer. Diese werden demnach meistens durchflogen. Aber nicht nur Flugstärke und -dauer, sondern auch das Zahlenverhältnis beider Geschlechter ist in den einzelnen Höhenstufen sehr verschieden (Abb. 11). Am Boden bis 2 m Höhe überwiegen die Männchen, höchstens sind es gleich viel wie Weibchen (Begattung neu schlüpfender Weibchen!). In der oberen Krone überwiegen bis auf die ersten Tage die Weibchen (Eiablage!), in der unteren dagegen erst in der zweiten Hälfte der Flugzeit. Die Weibchen durchfliegen also die ganze Krone, breiten sich zunächst in der oberen aus und besiedeln dann erst die untere.

B. Statistische Untersuchungen zu den Bewegungen der Fliegen in ihrem Lebensraum

Anfang und Ende des Hauptabschnittes dieser Arbeit beschreiben den Lebensablauf der Tachine nach unmittelbaren Beobachtungen ihres Verhaltens und sind daher entsprechend der Aufeinanderfolge der natürlichen Lebensabschnitte unterteilt worden. Abschnitt I A führte von der Winterruhe als Tönnchen bis zum Aufsuchen der Nonnenraupen in den Kronen zum Zweck der Eiablage, Abschnitt I C wird mit Eiablage und Fliegentod, Madenentwicklung und Tönnchenbildung den Kreis schließen. Wenn ich hier den Darstellungsgang durch die Einfügung massenstatistischer Beobachtungen unterbreche, so scheint mir das deshalb berechtigt, weil durch diese Untersuchungsweisen epidemiologisch wichtige Erscheinungen, die der unmittelbaren Beobachtung nur schwer oder überhaupt nicht zugänglich sind, geklärt werden.

1. Die Tönnchendichte

Als Tönnchendichte bezeichne ich die Zahl je Flächeneinheit im Waldboden überwinterter gesunder Tönnchen. Ihr Vergleich in aufeinanderfolgenden Jahren gestattet, die Vermehrung der Tachinen anzugeben.

Die Fliegen je 5 qm Waldboden sind auf zweierlei Weise ermittelt worden: als geschlüpfte unter Zelttüchern oder abrollbaren Gazestreifen, und als Tönnchen durch Bodenuntersuchungen. Beide Verfahren haben sowohl Wellenstein und E. v. Finck als auch ich angewandt. Unter den Schlüpftüchern erhält man auf diese Weise die Zahl der gesunden, lebenden Fliegen. Die Bodenuntersuchungen dagegen geben nur äußerlich gesunde Tönnchen, bei denen die toten erst ermittelt und von der Gesamtzahl abgesetzt werden müssen, um mit den Zahlen geschlüpfter Fliegen vergleichbar zu sein. Diese Ermittlungen geschahen im Frühjahr, kurz vor dem Schlüpfen [1]).

Alle auf Grund von Bodenuntersuchungen festgestellten Dichtezahlen sind weiter nach dem (laufend ermittelten) Suchfehler der Waldarbeiter berichtigt.

Dann ist der Weibchenanteil zu berücksichtigen. 1935 war er fast genau 50 %, in den vorangegangenen Jahren sicher ebenso hoch. 1936 dagegen lag er im Mittel bei 40 % und war ferner nach Nonnenbefallsgebieten merkbar verschieden.

In den folgenden Tabellen habe ich die Tönnchenzahlen stets getrennt nach Nonnenbefallsgebieten aufgeführt, um den Vergleich zwischen der Dichte der Fliegen und der ihrer Wirte zu ermöglichen. Den Nonnenbefall messen wir nach der Anzahl weiblicher Puppenhülsen, auf einen Stamm von 10 m Kronenlänge bezogen (Weibchen / 10 m), wobei 4 Stufen unterschieden werden:

Nonnenbefall Stufe	Weibchen / 10 m	Weibchenanteil der Tachinen 1936	n der Tachinen
A	151 und mehr	37 %	129
B	51—150	34 %	1043
C	26— 50	43 %	1675
D	6— 25	45 %	219

Quer durch verschiedene Befallsstufen des im Norden an die Rominter Feldmark angrenzenden Jagens 88a-Nassawen ermittelte E. v. Finck die Tönnchendichte Frühjahr und Herbst 1935. Seine

Tabelle 2

Vermehrung der Fliegen im Jagen 88a. — F-A Nassawen

Abstand von der Feldmark	Nonnenbefall 1934	Tönnchendichte 1934	Nonnenbefall 1935	Tönnchendichte 1935	Vermehrungskoeffizient der Tachinen
0 m . . .	D	0,25	C	470	1880
100 m . . .	D	0,50	B	356	712
300 m . . .	B	4,50	A	8	1.8
500 m . . .	B	3,00	A	20	6,7

(Nach E. v. Finck, Umrechnung siehe Text)

Ergebnisse wiederhole ich in Kürze (Tab. 2): Aus geringen Puppenhülsenwerten (1933) werden schon im nächsten Jahr (1934) sehr hohe,

[1]) E. v. Finck hat (dies. Bd.) die Tönnchendichte einer 5-qm-Fläche stets auf 10 m Kronenlänge der Fichte umgerechnet, die sich darüber befand. Da aber nicht die Fichtennadeln den Nahrungsraum, sondern vielmehr die in der Krone fressenden Raupen den Eiablage-„Raum" der Tachinen darstellen, und da ferner an Stämmen gleicher Kronenlänge sehr verschieden viel Raupen fressen können, schlug ich einen anderen Weg ein.

die 1935 schlagartig fast im ganzen Jagen zu Kahlfraß führen. Die Fliegen in den entsprechenden Teilen des Jagens nehmen in den Randgebieten gewaltig zu, in dem Nonnenzentrum nur wenig.[1]) Diese geringe Zunahme erklärt sich leicht aus der Tatsache, daß hier der Kahlfraß so früh einsetzte, daß die meisten Raupen noch vor der Verpuppung Hungers starben und mit ihnen die parasitierenden Maden. Dagegen ist die Vermehrung der Fliegen in dem Randgebiet allein aus dem Fehlen dieser Raupensterblichkeit nicht mehr zu verstehen, denn sie hatte in den beiden aufeinanderfolgenden Jahren das Verhältnis 1 : 1880. Die höchste Eizahl eines Fliegenweibchens aber liegt bei 300 Eiern, also selbst wenn alle Eier Fliegen lieferten, so wären noch 6mal mehr Fliegen da, als aus der Höchstzahl verfügbarer Eier hätten entstehen können. Daher schloß E. v. Finck, daß die Tachinen in diese Teile, wohl vom Hauptbefallsgebiet her, eingewandert sind.

Wirklich scheint dies der einzig mögliche Schluß zu sein; es ist einfach nicht denkbar, daß hier die Fliegen plötzlich eine Eizahl, 6mal so hoch als normal, haben sollten. Dann aber ist dasselbe auch 1936 zu erwarten, um so mehr, als in diesem Jahre die bisher höchsten Fliegenzahlen auftraten und auch die Gegensätze in dem Nonnenbefall verschiedener Gebiete sowie die Befallszahlen Höchstwerte erreichten. Dies bestätigte sich. In schwachbefallenen Gebieten war die Tachinenzunahme bei weitem höher als in starkbefallenen. Sie erreichte jedoch auch nicht mehr entfernt die Werte von 1934 zu 1935. Waren sie dort so hoch, daß die durchschnittliche Eizahl der Fliege im Randgebiet weit überschritten wurde, die Annahme der Fliegenzuwanderung also unausweichlich war, so entspricht 1936 die Tachinenvermehrung nach Nonnenbefallsgebieten wohl dem Bild von 1934/35, ist aber nicht mehr größer als die durchschnittliche Eizahl der Tachine.

Mit den eigenen Ermittlungen der Tönnchendichte in den Jahren 1936 und 1937 hatte ich die Zahlen von 5 Jahren der Fliegenentwicklung, die Untersuchungen meiner Vorgänger eingerechnet. Der Raum verbietet, sie für alle einzelnen Flächen zu nennen. Daher beschränke ich mich darauf, die Mittelwerte aller Jahre, zusammengefaßt nach Nonnenbefallsstufen A—D zu nennen. Alle Einzelwerte wurden nach den oben genannten Gesichtspunkten (Suchfehler, Wintersterblichkeit, Weibchenanteil) berichtigt; sie stellen demnach gesunde weibliche Fliegen je 5 qm Bodenfläche dar. Diese schlüpften im Jahr, für das sie genannt sind. Nur für 1938 mußten die Verhältnisse vom Frühjahr 1937 unterstellt werden, die wirklichen Werte wären erst 1938 zu bekommen gewesen.

Diese Übersicht (Tab. 3) ergibt: Im Jahre 1934, als sich die Massenvermehrung der Nonne erstmalig bemerkbar machte, geht, wie die Schlüpfzahlen von 1935 es beweisen, die Vermehrung der Nonnenfliege der ihres Wirtes parallel, d. h. im D-Gebiet ist sie am geringsten, in A am höchsten; sie entspricht also den vorhandenen Raupenmengen.

1935 nahmen mit der gewaltigen Vermehrung der Raupen auch die Raupenfliegen zu. Hier (Säule 1936) zeigten sich nun erstmalig die

[1]) In Tabelle 2 habe ich nach den Ausgangswerten E. v. Fincks die Tönnchenzahlen nach Suchfehler und Wintersterblichkeit 1935/36 umgerechnet.

Tabelle 3
Tönnchendichte 1934—1938

Nonnenbefall	1934	1935	1936	1937	1938
A	?	8,1 (50)	19,2 (45)	96,2 (46)	—
B	?	1,4 (40)	58,5 (90)	133,4 (60)	—
C	?	1,3 (10)	135,6 (110)	289,0 (60)	15,5 (6)
D	1,1 (45)	0,6 (15)	23,4 (75)	239,0 (10)	
Ganze Heide . .	1,1 (45)	4,2 (115)	71,3 (320)	185,7 (170)	5,2 (18)

Die Zahlen bedeuten gesunde, im Frühjahr des betr. Jahres geschlüpfte Weibchen je 5 qm Boden, zusammengefaßt nach Nonnenbefallstufen der ganzen Heide. (50): Untersuchte qm Boden. ? = Untersuchungen nicht ausreichend. 1938 wurden 12 Flächen untersucht deren Zuordnung zu Namenbefallszonen nicht gesichert war.

Erscheinungen, wie sie E. v. Finck aufdeckte und wie sie den Ausgangspunkt dieser Überlegungen bildeten: eine Vermehrung von 0,6 auf 23,4, also um das 39fache in D, um das 104fache im C-Gebiet, nur um das 2,3fache dagegen im A-Gebiet.[1]) Die Zunahme im nächstfolgenden Jahre 1936, die zu den höchsten Tönnchendichten führt, ist weit geringer: 10,2fach im D-Gebiet, 2,1fach in C, 2,3fach in B und 5fach in A. 1937 erfolgte der völlige Zusammenbruch der Fliegenvermehrung: in den 1936 schon stark befallenen Gebieten entwickelten sich keine Maden mehr, in den übrigen nur sehr wenige.

1935 erreichte die Fliegenvermehrung also Werte, die im Randgebiet weit über die größte Vermehrungsmöglichkeit einer Fliege hinausgehen, 1936 auch im Höchstfalle keine so erheblichen Zahlen. Gemeinsam aber ist den Jahren 1935—1937, daß die Fliegenmassenbewegung nach Nonnenbefallsgebieten verschieden ablief.

2. Die Flugdichte

Ich richtete mein Augenmerk während der Hauptflugzeit zunächst einmal darauf, ob sich ein Abwandern irgendwo direkt beobachten ließe. Von vornherein war mir klar, daß dies nur unter besonderen Bedingungen möglich wäre; denn im Bestand diese Erscheinungen verfolgen zu können, war schon der Unübersichtlichkeit des Geländes wegen unwahrscheinlich. Begünstigende Bedingungen waren in den großen Kahlschlagflächen aus dem Jahre 1935 gegeben; dieses Gelände beobachtete ich genau, vor allem das Jagen 88a-Nassawen. Hier sind im Herbst 1935 gewaltige Mengen von Fliegenmaden in den Boden gekommen, die, 1936 geschlüpft, verschwindend wenig Raupen vorfanden, da fast das gesamte Nadelholz des Jagens geschlagen war.

[1]) Diese Zahlen, das sei ausdrücklich bemerkt, sind nur Mittel der Tönnchendichten nach Befallsgebieten der Nonne zusammengefaßt, die Höchstwerte sind die bei E. v. Finck genannten.

Der Kahlschlag des Jagens 88a grenzte im Süden, durch einen schmalen Streifen grün gebliebener Fichten von ihr getrennt, an die Rominter Feldmark an.

In den ersten Maiwochen entdeckte ich auf den Holzstößen in der prallen Sonne Unmengen von Fliegen, zahlreiche Begattungen und lebhaften Flug. Nie jedoch war in der Feldmark oder auch in den randlichen Teilen des Jagens eine Nonnentachine zu finden. Der Fortgang des Fluges war wie folgt:

17. Mai: Tachinen erstmalig in großen Mengen am Gatter und auf den Büschen an der Waldgrenze nach der Feldmark zu, in der Feldmark nichts.
18. Mai: Hauptmasse der Fliegen rund 150 m vom Waldrand entfernt an den Wiesenblumen der Feldmark.
19. Mai: Die meisten Fliegen jetzt 200—250 m vom Waldrand entfernt. Im Kahlschlaggebiet immer noch viele Fliegen.
11. Juni: Kahlschlag fast leer; Feldmark stark besiedelt, Weibchen überwiegen.

Das hier ganz deutlich zu erkennende Abwandern darf nun nicht dem aus hoch von der Nonne befallenen Gebieten gleichgesetzt werden: die Ursachen sind gänzlich andere. Jedoch zeigt die Beobachtungsfolge die Art dieser Wanderung als ganz allmähliches Verschieben des Hauptfluggebietes um mehrere 100 m. Wie E. v. Finck festgestellt hat (dies. Bd., Abschn. A, Teil 4), können nach Flugdauer und -geschwindigkeit sehr wohl mehrere 100 m am Tag zurückgelegt werden. So ergänzen sich beide Befunde gut, um so mehr, als 1936 bei der oben beschriebenen Wanderung auch Weibchen beobachtet wurden.

Wenn auch die Beobachtungsschwierigkeiten im Bestande eine sichere Beobachtung vereitelten, so ist doch wahrscheinlich, daß dort die Abwanderung in ähnlicher Weise verläuft.

Zur Ermittlung der Flugdichte zog ich wieder die schon mehrfach erwähnten Leimtafeln heran, die überall zur Feststellung des Fraßverlaufes ausgelegt waren. Sie wurden nach Beendigung der Außenarbeiten in der Station auf die angeflogenen Tachinen hin ausgezählt.

Die im Raupenleim festgeklebten Tiere ließen morphologische Einzelheiten nicht erkennen, so daß die Bestimmung auf die Art nur nach dem Gesamtbilde erfolgen konnte. Fehler in der Bestimmung sind gleichwohl nicht aufgetreten. Einmal waren nur wenig Fliegen gleicher Größe auf den Tafeln zu finden und diese schon auf den ersten Blick leicht kenntlich. Dann habe ich sämtliche Insekten aller Leimtafeln der Versuchsstation III, Jagen 83/84 im Forstamt Nassawen von einem Arbeiter abnehmen lassen (insgesamt 300 Tafeln mit rund 5000 Tieren), den Raupenleim mittels Alkohol und Äther von den Insekten abgelöst und die Fliegen, die alle Einzelheiten nun erkennen ließen, bestimmt. Der Vergleich mit den nur gezählten ergab keine Fehler. Dann waren die Tiere, natürlich vor allem die am Rande der 35 mal 35 cm großen Leimfläche angeflogenen, noch eine kurze Zeit imstande, von der Tafel herunter zu kriechen. Dieser Prozentsatz war jedoch nicht hoch, und der Umstand, daß alle Tafeln im Versuchsjagen im Zeitraum von etwa 1 Std., praktisch also gleichzeitig, gewechselt wurden und insgesamt gleich lange auslagen, enthob mich der Notwendigkeit, die abgefallenen Tiere auch zu berücksichtigen.

Tabelle 4: Wie aus den Stationswerten und auch den Mittelwerten für das Gesamtgebiet hervorgeht, fliegen die meisten Tachinen dort, wo am meisten Raupen vorhanden sind und die wenigsten in den spärlichst

Tabelle 4
Bodenflug der Tachinen

Nonnenbefall	Bodenflug der Tachinen in					
	Stat. I	Stat. II	Stat. III	Stat. IV	Stat. V	Mittel
A	857 (4)	387 (3)	1001 (6)	—	—	851
B	691 (2)	—	—	881 (4)	1100 (5)	888
C	740 (4)	283 (2)	614 (2)	571 (2)	—	589
D	—	273 (2)	341 (2)	—	—	307

Die Zahlen bedeuten auf 2 Leimtafeln je Versuchsfläche in der Zeit vom 6. Mai bis 30. Juni angeflogene Tachinen; eingeklammert die Zahl der ausgewerteten Leimtafeln.

besiedelten Gebieten. Die Tönnchendichte dagegen nahm, wie oben gezeigt, im A- und B-Befallsgebiet weit weniger stark zu als im C- und D-Gebiet. Hier scheint ein gänzlich gegenteiliges Verhalten vorzuliegen: gerade dort, wo sich in vergleichsweise größten Raupenmengen geringste Madenzahlen entwickeln, sind die meisten Fliegen auf den Leimtafeln zu finden; dort, wo die Zunahme der Fliegen am größten ist, finden sich die geringsten Fliegenzahlen auf den Tafeln.

Nun drücken die hier genannten Zahlen den Flug am Boden aus; der Flug in den Kronen dauert insgesamt länger und ist, entsprechend den wechselnden Raupenzahlen je nach dem Befallsgebiet, mehr oder weniger stärker als am Boden. In Gebieten hohen Nonnenbefalls kommen täglich weit mehr der aufgeflogenen Tachinen wieder herab als in schwach von der Nonne befallenen; die entsprechenden Zahlen für den Bodenflug finden so ihre Erklärung. Die Zahlen am Boden angeflogener Tachinen stehen in den einzelnen Befallsstufen in folgendem Verhältnis zueinander:

A : B : C : D
3 : 3 : 2 : 1

Die Zahlen im gleichen Jahr geschlüpfter Fliegen verhalten sich dagegen wie:

1 : 3 : 7 : 1,2
(A) : (B) : (C) : (D)

Das bedeutet aber, daß sich in A mehr Fliegen am Boden aufhielten als in C, was den Schluß auf Wanderungsbewegungen der Tachinen weiter stützt.

1937 konnte, der sehr hohen und früh einsetzenden Raupensterblichkeit durch Polyedrie wegen, die Flugdichte nicht mehr in Beziehung zum Befall (in Weibchen / 10 m ausgedrückt) gesetzt werden. In der folgenden Zusammenstellung sind aber Anflug am Boden und in der Krone gegenübergestellt:

	Boden	Krone	Bo. : Kr.
Jagen 64	218	470	1 : 2,2
Jagen 17	1350	5666	1 : 4,2
Jagen 129	1028	702	1 : 0,7

Einzig in Jagen 17, dessen Raupen erst spät durch Polyedrie gänzlich vernichtet wurden, ist der Bodenflug im Vergleich zum Kronenflug gering; in den beiden anderen Jagen, deren Eiraupen schon erkrankten, sind vergleichsweise am Boden durchweg mehr als in der Krone angeflogen.

3. Die Eiablagedichte

Den 3tägig vorgenommenen Raupenkontrollen der biologischen Stationen zur Feststellung der Raupenentwicklung gliederte ich die Untersuchung der Raupen auf Tachineneier an. Aus den so gewonnenen Zahlen belegter Raupen errechnete ich die Tachinierungsprozente (Tach.-%) jeder Versuchsfläche für die Zeit vom 3.—30. Juni 1936 (Tab. 5).

Tabelle 5

Tachinierungsmittelwerte (in %) und Nonnenbefallsstufen

Versuchsstation	Nonnenbefallsstufen			
	A %	B %	C %	D %
I	8,6 ± 0,55	10,0 ± 0,85	17,4 ± 0,75	—
II	12,4 ± 0,59	—	18,9 ± 0,89	17,1 ± 1,26
III	6,6 ± 0,36	—	15,7 ± 0,98	17,7 ± 1,08
IV	—	35,5 ± 0,93	38,3 ± 1,47	—
V	—	14,3 ± 0,68	—	—
Mittel I—V	8,8 ± 0,28	21,9 ± 0,16	20,8 ± 0,15	17,4 ± 0,26
Mittel I—III, V . . .	8,8 ± 0,28	12,9 ± 0,17	17,5 ± 0,16	17,4 ± 0,26

(Die Tachinierungsprozente sind Mittelwerte aus der genannten Eiablagezeit vom 3. Juni bis 30. Juni 1936.)

Die einzelnen Befallsgebiete weisen verschiedene Tachinierung auf. Jedoch hat das schwachbefallene die höchsten und das starkbefallene die niedrigsten Zahlen belegter Raupen. Die Unterschiede in den Hundertsätzen sind dabei recht erheblich. Das Jagen 129 — Versuchsfläche IV — mit 38 % belegter Raupen im Höchstfalle und 36 % im Mittel nimmt mit diesen sonst nirgends erreichten Zahlen eine Sonderstellung ein. Daher habe ich auch eine Mittelung ohne Mitberücksichtigung des Jagens 129 (Tab. 5, letzte Zeile) durchgeführt. Von der einen Ausnahme abgesehen, nehmen die mittleren Tachinierungsprozente von A nach C zu, nach D in einem Falle auch noch zu, in anderen dagegen ab. Der Mittelwert aller Flächen (außer denen von Station IV) ist gleichfalls in C und D am höchsten.

Die Zahlenverhältnisse der in verschiedenen Befallsgebieten beobachteten Flugdichten, der Tachinierungsprozente und der in ihnen entwickelten Tachinentönnchen vergleicht die folgende Übersicht:

		A	B	C	D
Flugdichte	(nach Tab. 4)	2,8	2,9	1,9	1,0
Tachinierungsprozent .	(nach Tab. 5)	1,0	1,5	2,0	2,0
Tönnchendichte . . .	(nach Tab. 3[1])	1,0	1,4	3,0	2,5

Tönnchendichte und Eiablage nehmen mit abnehmendem Nonnenbefall zu, die Bodenflugdichte verhält sich umgekehrt. In Gebieten hoher Raupenzahl sind demnach die meisten Fliegen am Boden, die wenigsten Raupen belegt, mithin also auch die wenigsten Fliegen im Kronenbereich. Entsprechend haben sich hier die wenigsten Fliegenmaden entwickelt und sind als Tönnchen in den Boden gelangt. Umgekehrt ist es im Befallsgebiet C : geringe Bodenflugdichte, hohe Eiablage, also starker Kronenflug und hohe Zahlen entwickelter und im Herbst zu Boden gekomemner Maden.

1937 gab es derartige Unterschiede nicht mehr. Die wenigen Raupen, die der Polyedrie noch nicht erlegen waren, wurden ausnahmslos überall sehr stark tachiniert.

Soweit erlauben uns die bisher mitgeteilten und durch Zahlen belegten Tatsachen Schlüsse zu ziehen. Diese Zahlen sind Mittelwerte, sie geben sozusagen Querschnitte von den Vorgängen, die sie belegen. Der Ausgangspunkt unserer Überlegungen ist aber das Abwandern der Fliegen. Dies ist kein Zustand, sondern ein Vorgang, den ich nur verfolgen kann, wenn ich seinen Ablauf überblicke. Dazu soll die Abb. 12 dienen. Sie stellt den Gang der Eiablage zweier Versuchsjagen, nach Befallsgebieten getrennt, dar.

In Station III (Abb. 12 a) ist die Eiablage im Gebiet stärksten Raupenbefalls (Stufe A) durchweg gering und schwankt in ihrem Verlauf wenig. In C jedoch liegt sie dauernd hoch, steigt im letzten Drittel der Ablagezeit stark an

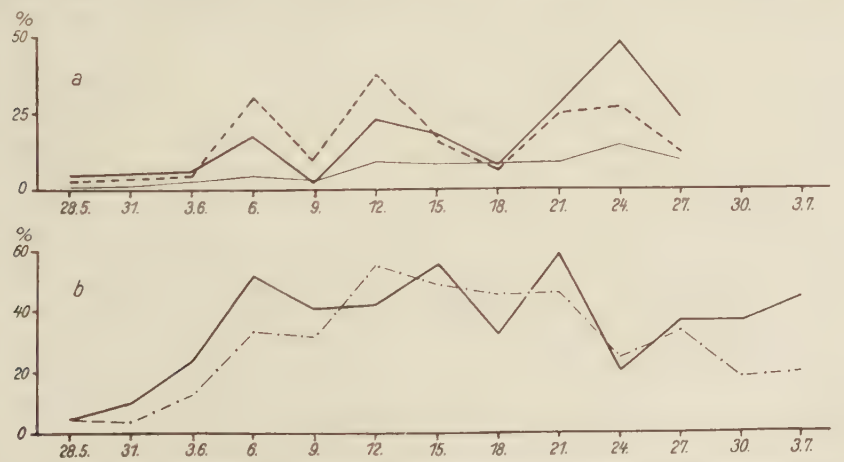


Abb. 12. Verlauf der Eiablage in verschiedenen Befallsgebieten der Station III — Jg. 83/84 Nassawen (a) und der Station IV — Jg. 129 — Nassawen (b) 1936. A ——— B — . — . — C ——— D — — — —

[1]) Säule 1937 (im Herbst 1936 ausgebohrt, Frühjahr 1937 geschlüpft).

und fällt dann wohl ab, bleibt aber selbst zum Schluß noch rund 2,5 mal höher als in A. In D fällt der Höchstwert in die Mitte der Ablagezeit, die Kurve senkt sich dann und hält sich etwa zwischen denen von A und C.

Die Station IV (Abb. 12 b) hat die stärkste 1936 erreichte Tachinenierung. Ihr Höchstwert liegt im B-Gebiet am 12. Juni, die Kurve fällt dann ständig ab. In C liegt er am 21. Juni, ist mit 58 % noch etwas höher als der in B mit 55 %, und fortan bleibt die Eiablage nicht nur höher, sondern steigt noch einmal an, um zum Schluß das 2,2fache von der in B zu betragen.

Jetzt können wir versuchen, diese Tatsachen miteinander zu einem Gesamtbilde des Tachinenfluges in Gebieten verschiedenen Raupenbefalls zusammenzufügen: Die geschlüpften Tiere führt ein rhythmischer, täglich sich wiederholender Auf- und Abflug in den Kronenraum der Fichten. Ein bestimmter Teil dieser Fliegen bleibt oben, es sind vorwiegend Weibchen. Andere kommen täglich wieder auf den Waldboden herab; dieser Anteil ist hoch in Gebieten starken Nonnenbefalls, gering in schwachbefallenen. Die Zahl der in den Kronen gebliebenen Fliegen ist ein bis zwei Wochen nach Beginn des Fluges schon in den verschiedenen Befallsgebieten wechselnd hoch. In der zweiten Hälfte der Flugzeit steigt die Eiablage dann in den schwachbefallenen Gebieten entweder an oder fällt zum mindesten nur langsam ab, während sie in den starkbefallenen Gebieten schnell gering wird und auch früher aufhört. An diesem andersartigen Verlauf der Eiablage in schwachbefallenen Gebieten sind, so schließe ich, die Fliegen beteiligt, die in den starkbefallenen Räumen aus den Kronen in großer Zahl zum Boden zurückkehrten und endlich abwanderten.

Man kann folgenden Einwand erheben: Die Tönnchenzahlen der früher genannten Tabellen bedeuten Fliegenmaden, die sich in der betreffenden Nonnenbefallsstufe entwickelt haben. Aus einem niedrigen Befall kann im nächsten Jahr aber ein wesentlich höherer werden, so daß nun die im Boden verpuppten Fliegen, im Frühjahr schlüpfend, hohe Raupenzahlen antreffen. Umgekehrt kann es in einem Gebiet sein, das dauernd geringe Raupenzahlen aufweist. Dann würden wenige Fliegen im A-Gebiet auf sehr viele Raupen treffen, im C-Gebiet dagegen viel weniger Raupen auf eine Fliege entfallen. Dazu einige Zahlen [1]):

	A	C	A : C
fressende Altraupen	3256	1811	1,8 : 1
Tachinenweibchen je 5 qm	117	54	2,2 : 1
Tachinierungsprozent	8,5 %	17,5 %	0,5 : 1

Im A-Gebiet kommen danach auf die gleiche Raupenzahl etwas mehr Tachinen, 1,8 mal soviel Raupen in A als in C, jedoch 2,2 mal soviel Fliegen.

Trotzdem sind im C-Gebiet die Raupen rund doppelt so hoch belegt als in A. Der oben gemachte Einwand ist damit widerlegt.

Das Abwandern der Fliegen von stark- zu schwachbefallenen Gebieten muß also als Tatsache gelten. Welche Erklärungsmöglichkeit gibt es für sie?

[1]) Diese Angaben gelten für das Jagen 64-Rominten; die Zahlen fressender Altraupen verdanke ich Kamerad H. Mors, die Tachinenweibchen sind im Frühjahr auf 5 qm geschlüpft, die Tachinierungsprozente sind Mittelwerte für die gesamte Eiablagezeit der Tachine.

Insektenwanderungen sind in großer Zahl bisher beschrieben worden. In seinem zusammenfassenden Bericht bezeichnet F r a e n k e l als Wanderung im eigentlichen Sinne „Ortsveränderungen, die von Tieren während bestimmter Lebensabschnitte aktiv vorgenommen werden, in geschlossenem Verbande erfolgen und über größere Strecken hinführen, als sie von der betreffenden Art gewöhnlich zum Zwecke der Nahrungsaufnahme oder Eiablage durchflogen werden". Vorangegangen ist ihnen, und das scheint überall Tatsache zu sein, eine Massenvermehrung der betreffenden Art. Sie hängen sehr oft mit Reifezeiten der Geschlechtsorgane oder -produkte zusammen, dienen jedoch nirgends sicher der Suche nach neuen Eiablage- oder Futterplätzen.

Für die Nonnentachine ist einzig das Bestehen einer Massenvermehrung gegeben, alle übrigen Erscheinungen, die für eine Insektenwanderung wesentlich sind, finden hier keine Parallelen. Auch eine bevorzugte Wanderungsrichtung konnte ich nirgends feststellen.

Nun ist die Nonnentachine ein Schmarotzer und nicht nur von den Außenfaktoren in ihrem Lebensablauf abhängig, sondern auch von der Biologie ihres Wirtes, der Nonnenraupe. So muß vor allem das wechselnde Verhalten der Raupen in den Befallsgebieten zur Erklärung der beobachteten Unterschiede in der Lebensweise ihres Parasiten herangezogen werden.

C. Biologische Beobachtungen von der Eiablage bis zur Madenentwicklung

1. Die Eiablage

Behandelte Abschnitt B bei der Betrachtung des Massenwechsels die Eiablage nur als Gesamterscheinung, so sollen jetzt vor allem die örtlichen Unterschiede besprochen werden.

Klimatische Einflüsse spielen bei einer Insektenmassenvermehrung eine mitentscheidende Rolle. Um zu klären, ob und wieweit sie auch als Ursache der Tachinenbewegungen gelten können, müssen die in den einzelnen Befallsgebieten etwa vorhandenen Unterschiede im Klimaablauf festgestellt werden.

Das Klima wurde auf den einzelnen Stationen in den Fichtenkronen gemessen. Die Instrumente waren in einer sogenannten englischen Hütte aufgehängt, geeichte Stabthermometer, Lamprechts Haarhygrometer und ein selbstschreibender Temperaturfeuchtigkeitsmesser standen zur Verfügung. Der Regenmesser war hoch über den Baumkronen angebracht. Klimadaten und Tachinierung sind für die Zeit vom 3.—30. Juni 1936 zusammengefaßt oder gemittelt, Meßstelle und Beobachtungsbaum für die Raupenkontrollen lagen im Höchstfalle 25—30 m auseinander.

Wie aus Tabelle 6 hervorgeht, stehen sehr geringen Luftemperaturunterschieden erhebliche in der Eiablage gegenüber. Sind nun schon weit auseinanderliegende Stellen in ihren Mitteltemperaturen so wenig verschieden, so sind Unterschiede in den einzelnen Versuchsflächen einer Station, die innerhalb eines Jagens beieinander liegen, gar nicht zu erwarten. Die wechselnd hohe Eiablage in den einzelnen Versuchs-

flächen ist demnach nicht auf Lufttemperatur zurückzuführen, ebensowenig ist ein Einfluß von relativer Luftfeuchtigkeit und Regen zu erkennen.

Tabelle 6
Eiablage und Witterung

Jagen	Temperatur-mittel °C	Regen-summe mm	Relative Feuchte %	Tachinierung %
64 Rominten	17,6	100,1	77	12,4 ± 0,4
17 Schittkehmen	16,6	128,4	73	18.9 ± 0,9
23 Schittkehmen	16,6	—	72	17,1 ± 1,3
83 Nassawen	17,6	95,3	67	10,1 ± 0,4
129 Nassawen	17,4	75,2	79	35,4 ± 0,8

(Alle Werte errechnet für die Zeit vom 3. Juni bis 30. Juni 1936.)

Der Einfluß des Kleinklimas wäre noch zu prüfen. Ich habe daher folgende Gegenüberstellung vorgenommen:

Boden- und Kronenflug der Tachinen in Jagen 23-Schittkehmen (Mittelwerte aus der Zeit vom 26. Mai bis 13. Juni 1936).

0 m Bodenhöhe	—	321	an je einer Leimtafel gezählte Tachinen.
1,5 m „	16,0° C	116	
25,0 m „	15,3° C	332	

Die bodennächste Luftschicht als die wärmste (noch wärmer als die in 1,5 m Höhe, Geiger) und der Kronenraum mit der in dieser Reihe niedrigsten Temperatur haben ungefähr die gleiche Flugdichte. Dies zeigt, daß auch das Kleinklima für die hier betrachteten Flugbewegungen der Tachinen bedeutungslos ist.

Bestimmend für die Flugbereitschaft der Fliegen ist die Einstrahlung. Sie richtet sich am Waldboden nach dem Schlußgrade des Bestandes über ihm. Es ist mir nicht gelungen, hier Unterschiede zu finden, aus denen sich die mit den Befallsgebieten wechselnde Stärke der Flugbewegungen erklären ließe.

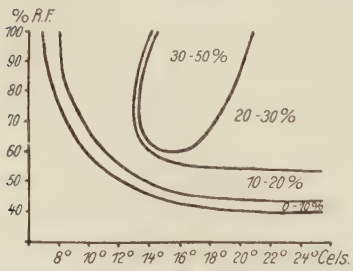


Abb. 13.
Tachinierungsprozente in Abhängigkeit von Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit. (Zusammengestellt aus Freilanddaten)

Nun besteht zweifellos eine allgemeine Temperaturabhängigkeit der Eiablage. Aus Klimamessungen und Tachinierungsprozenten von 5 Versuchsflächen habe ich in Abb. 13 zusammengestellt, wie sich die Eialage auf Temperaturgrade und relative Feuchtigkeiten verteilt. Danach treten höhere Tachinierungsprozente als 30 % nur in einem Bereich mittlerer Temperatur und verhältnismäßig hoher Luftfeuchtigkeit auf. (Das Diagramm

beruht auf einem Material von rund 10 000 Raupen ist also gesichert.)

Eine Störung der obigen Beziehungen durch wechselnden Nonnenbefall kommt hier nicht in Betracht, da die Tachinierungs-Hundertsätze Mittelwerte aus mehreren Befallsgebieten in 100—150 m Umkreis um die betreffende Temperaturmeßstelle sind.

Nach Prell (1915) beeinträchtigt kühles, regnerisches Wetter die Eiablage stark und vermag die Fliegen kaum aus ihrer Ruhestellung herauszulocken.

Nach meinen Beobachtungen waren die Raupen bei Regen oft recht hoch belegt. Auch aus dem Vergleich von Regenmengen und Eiablage aller Versuchsflächen vermochte ich eine Beziehung nicht herauszulesen; hohe und höchste Eizahlen traten bei recht erheblichem Regen ebenso gut auf wie an regenfreien Tagen.

Der Eiablage von *Phorocera agilis* sind demnach Temperaturen zwischen 14° und 18° C und hohe Luftfeuchtigkeit besonders günstig, nur tropfende Feuchtigkeit unterbricht sie vorübergehend. Die hier geprüften Klimafaktoren haben keinen Einfluß auf die Flugbewegungen der Tachinen.

Zur Erklärung des Abwanderns bleiben bei der Tachine als Parasit nur noch die Beziehungen zu ihren Wirtsraupen übrig.

So sieht E. v. Finck (siehe dies. Bd.) in diesem Zusammenhang einen möglichen Grund für das Abwandern in der dauernden Unruhe, die Raum- und Nahrungsbehinderung bei den Raupen starkbefallener Gebiete erzeugt. Bewegung der Raupen ist jedoch kein Hindernis für eine Eiablage: im Gegenteil, die lebhaftesten, die durch Behinderung herabfielen und aufbaumend gesammelt wurden, wiesen rund doppelt so hohe Tachinierungsprozente auf, wie die Gesamtheit aller am gleichen Stamm fressenden:

Jagen 17 Schittkehmen . . .	3. VI.	6. VI.	9. VI.	15. VI.
Tachinierungsprozent der gesamten Populationen . .	6,9 %	5,2 %	25,7 %	28,6 %
Tachinierungsprozent der abgefallenen Raupen . . .	12,5 %	25,0 %	53,8 %	36,4 %

Eine legebereite Fliege erkennt die Raupe mittels des Gesichtssinnes in dem Augenblick, in dem die Raupe sich bewegt (Prell, 1915). Der Geruchssinn wird bei einer Nonnenmassenvermehrung zunächst keine Rolle spielen; der überall vorhandene „diffuse" Raupengeruch (Prell) wird hier die Fliege nicht zu leiten vermögen. In den Jahren zwischen den Gradationen jedoch muß er vornehmlich die wenigen Raupen finden helfen.

Die Tachine trifft eine Auswahl der Raupen nach der Größe, das konnten schon Knoche (1929) und Wellenstein (1931) sicherstellen. Ihre Mitteilungen erneut zu bestätigen gelang E. v. Finck im Zwingerversuch. Ich wiederholte diese Ermittlungen an dem Freilandmaterial von Raupen der Entwicklungskontrollen, indem ich für

die einzelnen Befallsgebiete aller Versuchsstationen die mittleren Tachinierungsprozente der Raupenstadien für die gesamte Eiablagezeit der Fliegen errechnete (Tab. 7): Dabei ergab sich nicht die einfache Beziehung, wie sie die oben genannten Bearbeiter mitteilten; es ist epidemiologisch äußerst bemerkenswert, daß in A und B die Raupenstadien IV bis Vorpuppe ungefähr gleich stark belegt sind, und die Tachinierung zwischen 11—20 % liegt, während in den schwachbefallenen Gebieten C und D sich der erwartete deutliche Unterschied in der Belegung der einzelnen Raupengrößen zeigt und die Tachinierung höher ist.

Tabelle 7

Tachinierung der Raupenstadien in verschiedenen Befallsgebieten

Raupenstadien	Befallsgebiete			
	A	B	C	D
II	0,2 ± 0,04	0,6 ± 0,09	0,6 ± 0,09	—
III	2,9 ± 0,2	8,5 ± 0,3	11,3 ± 0.4	5,8 ± 0,5
IV	11,0 ± 0.3	20,7 ± 0,4	24,8 ± 0.5	20,2 ± 0.9
V	11,2 ± 0,3	18,1 ± 0,4	24.5 ± 0,5	17,9 ± 0,9
VI	10,3 ± 0,3	18,1 ± 0.4	28,7 ± 0,5	22,7 ± 0,9
V-P	11,2 ± 0,3	21,9 ± 0,5	28,9 ± 0,5	24,9 ± 0,9

(Die Zahlen sind Mittelwerte tachinierter Raupen — in % — von allen Versuchsflächen und für die gesamte Eiablagezeit. V-P = Vorpuppe, tachiniert als völlig erwachsene Raupe kurz vor dem Verpuppungsbeginn.)

Die Hauptursachen für die Eiablage der Tachinen in verschiedenen Befallsgebieten müssen also in den Raupen und ihren Eigenschaften zu suchen sein.

Worin unterscheiden sich aber die Raupenpopulationen der verschiedenen Befallsgebiete? Vor allem doch in der Raupenmenge, die in dem betreffenden Bestande frißt, ausgedrückt in Weibchenzahlen auf einen Stamm von 10 m Kronenlänge, mit denen die Zahl der Eier und weiterhin der Raupen gegeben sind.

1936 wurde für das weite Gebiet der Heide das Zusammenbruchsjahr der Massenvermehrung. Hauptursache dafür war die Polyederkrankheit [1]). Diese ergriff als Übervölkerungskrankheit vor allem die Raupen starkbefallener Gebiete (A, B), weit weniger die der schwachbefallenen Zonen C und D.

Die Biologische Abteilung unserer Station beobachtete die für den Verlauf der Massenvermehrung überaus wichtige Polyedrie der Nonnenraupen 1936 nach folgendem vereinfachten Verfahren:

[1]) Für alle damit verbundenen Fragen muß ich auf die Arbeiten von H. Mors verweisen. Betreffs der Natur dieser Krankheit stützte ich mich auf die Arbeit von Komárek und Breindl (1924).

Jede Versuchsfläche lieferte 3-tägig 10 beliebige, frisch eingesammelte Nonnenraupen in die Station, wo stets dieselben Mitarbeiterinnen von jeder etwas Körperflüssigkeit nach Sudanfärbung der Fettröpfchen[1]) auf Polyeder untersuchten. Die Polyederhäufigkeit im mikroskopischen Präparat ordneten sie nach stets gleichbleibender Schätzung unter gegenseitiger Kontrolle der Mitarbeiterinnen in die 6 Klassen 0—5 ein. Sei a der Klassenwert, p die Anzahl der Raupen je Klasse, so wurden $2 . \Sigma a . p$ gebildet, eine Zahl vom höchstmöglichen Wert 100 (wenn alle 10 Raupen in Klasse 5).

Mit diesen Polyederwerten verglich ich die am gleichen Ort und Tag festgestellte Eiablage, Tabelle 8: Wie ersichtlich, sind Raupen aus Gebieten hoher Polyederverseuchung mit weniger Fliegeneiern als solche

Tabelle 8

Krankheitszustand, Tachinierung und Eibelag der Raupenpopulationen

Polyederwert	$^{0}/_{20}$	$^{21}/_{30}$	$^{31}/_{40}$	$^{41}/_{50}$	$^{51}/_{70}$	$^{71}/_{100}$
Untersuchte Populationen .	26	32	44	40	34	16
Mittlerer Tach. — % . .	22,5	18,4	17,6	10,1	11,3	9,2
Mittl. E/100 R	33,8	23,2	24,4	13,8	15,3	10,6

(Jede der untersuchten Populationen umfaßte 80—150 Raupen.)

aus schwach verseuchten belegt worden. Höchst- und Mindestwert der Tachinierungsprozente (Prozentwert der Raupen, die Tachineneier trugen) verhalten sich wie 2,5 : 1, die der abgelegten Eier je 100 Raupen (E/100 R) wie 3,2 : 1. Das heißt: in schwach erkrankten Populationen sind 2,5mal soviel Raupen belegt worden als in stark erkrankten, dagegen wurden 3,2mal soviel Eier an die Raupen abgelegt.

Nun vergleicht diese Tabelle lediglich den Krankheitszustand der Populationen mit ihrer Tachinierung. Wenn beide einander umgekehrt proportional sind, so beweist das noch nicht ihre ursächliche Verknüpfung. Es könnten Krankheitserreger und legebereite Fliege auf den gleichen unbekannten Außenfaktor gegensinnig reagieren. Erheblich wahrscheinlicher wird ein solcher Zusammenhang zwischen Krankheitszustand und Eiablage, wenn sich auch bei der Untersuchung der einzelnen Raupen (und nicht nur ihrer Populationen) die gleiche negative Korrelation wiederfindet.

Von 100 in Alkohol aufbewahrten Raupen jeder Entwicklungskontrolle (insgesamt 1350 Raupen), von 2 Versuchsstationen 3-tägig entnommen, bestimmte ich das Häutungsstadium, ferner die Anzahl außen angehefteter Tachineneier, drittens durch Präparation der Raupen Anzahl und Entwicklungsstadien der in ihnen schmarotzenden Maden. Äußerlich schon als krank erkennbare Raupen wurden, da sie meist völlig zersetzt und nicht mehr präparierbar waren, nicht berücksichtigt.

Zur Feststellung des Grades der Wipfelkrankheit diente diesmal ein etwas anderes Verfahren: Das letzte (9.) Abdominalsegment wurde stets in der gleichen

[1]) Sonst leicht mit Polyedern zu verwechseln.

Menge alkoholischem Sudan-III zerdrückt und die Polyeder in stets demselben Okularmikrometerbereich bei 450facher Vergrößerung ausgezählt. Die hierbei unterschiedenen 4 Größenklassen der Polyeder standen zueinander im Verhältnis 1 : 2 : 3 : 4, so daß durch einfache Multiplikation die Polyeder jedes Präparats auf die gleiche Größenklasse 1 umgerechnet und addiert werden konnte (Polyederwert). Wie Wägungen abgeschnittener letzter Abdominalsegmente ergaben, verhielten sich die mittleren Trockengewichte der Stadien

III IV V VI
(4,3 : 19 : 43 : 88 mg)
wie 1 : 4 : 10 : 20.

Da stets die gleiche Flüssigkeitsmenge verwandt wurde, ließen sich die verschiedenen Inhalte des letzten Segments und entsprechend verschiedenen Polyederkonzentrationen auf gleiches Segmentvolumen umrechnen, nämlich durch einfache Multiplikation mit den oben genannten Verhältniszahlen. Der so erhaltene, auf gleiche Raupengröße reduzierte Polyederwert, ist eine vergleichbare Größe. Endlich kamen weitere 600 Raupen hinzu, die noch in Rominten nach dem auf S. 88 beschriebenen Verfahren auf Wipfelkrankheit untersucht worden waren.

Wie oben (S. 87) gemäß Feststellungen an völlig gesunden Raupen besprochen, wählt die Tachine die Raupen zunächst nach der Größe aus. Sollte ferner auch eine Auswahl nach dem Krankheitszustand der Raupen bestehen, so muß diese innerhalb eines Stadiums erkennbar sein.

Ich bestimmte, nach Stadien getrennt, für die einzelnen Versuchsflächen, von denen Raupen vorlagen, die Eiablage an je 100 Raupen (E/100 R). Hierbei wurden nur volle, nicht geschlüpfte Eier gezählt, deren Ablage demnach erst kurze Zeit zurücklag und mit dem Krankheitszustand der Raupen, der praktisch mit dem Augenblick des Tötens festgelegt wurde, am besten vergleichbar war.

Tabelle 9
Abgelegte Eier je 100 Raupen in 4 verschiedenen Klassen der Wipfelkrankheit

Station	Raupenstadium	Polyederklasse 1	2	3	4	Untersuchte Raupen
IV Jg. 129	V	57	51	45	0	245
	VI	68	49	57	0	195
III Jg. 83/84	IV	63	66	105	81	234
	V	63	81	43	11	376
	VI	78	46	0	0	131
I Jg. 64	IV	46	56	46	50	192
	V	43	74	45	0	308
	VI	42	0	0	0	73
Mittelwert aller Flächen	IV	45	61	76	66	426
	V	54	69	44	4	929
	VI	62	32	29	0	399
Mittelwert aller Stadien		57	53	49	24	1754

In der Tabelle 9 sind die Zahlen ungeschlüpfter Eier je 100 Raupen der 4 Polyederklassen zusammengestellt: Im Stadium IV ist keine

Abhängigkeit der Eiablage von dem Krankheitszustand zu erkennen[1]). Im Raupenstadium V ist die Eiablage in Jagen 129 ganz deutlich von der Wipfelkrankheit abhängig, in Jagen 83/84 auch, jedoch erst ab Polyederklasse 3. In Jagen 64 ist erst in Polyederklasse 4 die Ablehnung kranker Raupen durch die Tachinen erkennbar. Im Entwicklungsstadium VI wird in Jagen 129 erst von Polyederklasse 3 an die Eiablage geringer. In Jagen 83/84 ist diese Abhängigkeit ganz klar und in Jagen 64 so erheblich, daß nur noch Raupen der Klasse 1 belegt worden sind. In den Mittelwerten aus allen 3 untersuchten Flächen ist für die einzelnen Stadien die Bevorzugung gesünderer Raupen ganz deutlich und ebenso im Mittel aller Stadien. Für 1937 ist das gleiche nachweisbar.

Die zur Eiablage bereite Fliege kann also tatsächlich Raupen mindestens vom 5. Stadium ab mit zunehmender Sicherheit als polyederkrank erkennen und meidet sie. Versuchen wir dies Vermögen zu erklären, so wäre dabei zuerst an Geruchswahrnehmungen zu denken, die auf die Fliege abstoßend wirken. Von der Rolle des Geruchssinnes beim Aufsuchen der begattungsfähigen Weibchen durch die Männchen war schon die Rede (S. 73). Daß derselbe Sinn auch die Weibchen zu den Raupen leitet und ihnen die Unterscheidung gesunder und kranker gestattet, erscheint möglich bis wahrscheinlich und wäre durch Ausschalten der Antennen zu prüfen gewesen, eine Aufgabe, deren Lösung ich mir vorbehalte. Aber auch andere Möglichkeiten sind denkbar. So könnten die polyederkranken Raupen sich anders verhalten als gesunde, z. B. irgendwelche Abwehrreaktionen vermissen lassen, die zur Auslösung der Eiablage für das Fliegenweibchen dienlich sein mögen.

Geruchsorientierung von Fliegen ist schon mehrfach bearbeitet worden (Hartung, *Calliphora*, 1935, Flügge, *Drosophila*, 1934). Sie stellt sich als „plastisch-wechselseitige Steuerung ... durch phobische Unterschiedsempfindlichkeit und durch tropotaktische Mechanismen" dar (Flügge). Nach A. Lieber-mann, der die Korrelationen zwischen antennalen Geruchsorganen und der Biologie der Musciden untersuchte, stehen die Tachinen nach der Anzahl und Art der verschiedenen Sinnesorgane auf dem 3. Antennenglied etwa auf der Mitte zwischen reinen Blüten- und reinen Dungbesuchern. Die zusammengesetzten und wahrscheinlich feinerer Geruchswahrnehmungen fähigen Sinnesorgane sind bei den Weibchen in weit größerer Zahl vorhanden. Auch diese Tatsache fände ihre Erklärung, wenn man den Geruchssinn als am Auffinden und Auswählen der Wirtstiere zur Eiablage entscheidend beteiligt ansieht.

Diese Auswahl der Tachine bei der Eiablage könnte sehr wohl eine Ursache für die Wanderungsbewegungen 1936 darstellen. Sie führten die Tachinen von Gebieten hohen zu solchen niederen Nonnenbefalls, oder besser von Gebieten starker Polyederverseuchung zu denen mit weniger erkrankten Raupen. Ein Unterscheidungsvermögen für den Grad der Erkrankung ihrer Wirtsraupen besitzt die Tachine zweifellos. Beim täglichen Flug in die Kronen der Fichten hinauf und von ihnen

[1]) Für Jagen 129 nicht dargestellt, da geschlüpfte und ungeschlüpfte Eier hier noch nicht unterschieden worden waren.

herab bleibt je nach der Stärke des Nonnenbefalls ein verschieden hoher Anteil der Fliegen oben: in hoch befallenen Gebieten ist er gering, in schwach befallenen hoch. Die unterschiedliche Erkrankung der Raupen gibt hierfür eine gute Erklärung. Ganz allmählich vollzieht sich der Austausch zwischen verschiedenen Befallsgebieten, im letzten Drittel der Eiablagezeit sind die Unterschiede in der Stärke der Ablage besonders groß. Um die gleiche Zeit aber überwiegen erstmalig in der Raupenentwicklung die Raupen der Stadien V und VI, an denen die Fliege krank und gesund einwandfrei unterscheidet.

Hätte ich, anstatt mich auf die äußerlich gesund erscheinenden Raupen zu beschränken, auch die äußerlich kranken mit untersuchen können, so wäre die Tatsache der Auswahl gewiß noch viel deutlicher zutage getreten.

1935 kamen als Todesursachen der Raupen Polyedrie und Nahrungsmangel infolge vorzeitigen Kahlfraßes in Frage. Es muß offen bleiben, ob auch Folgeerscheinungen des Nahrungsmangels das Abwandern der Fliegen veranlassen können.

1936 war ganz zweifellos die Polyedrie der Hauptgrund; 1937 war sie es in noch viel stärkerem Maße, auch mittelbar, denn sie ließ so wenig Raupen längere Zeit am Leben, daß die Fliegen allein schon deshalb die begrenzten Gebiete etwas höherer Raupenzahlen aufsuchten. Insgesamt möchte ich daher sagen: Die Ursache für die Massenbewegung der Tachine liegt darin, daß von den Raupen des einen Gebietes eine geringere Anzahl den Fliegen zur Eiablage geeignet ist als von denen eines anderen. Die Madensterblichkeit in der Raupe (vgl. S. 94) spielt dabei auch eine Rolle, doch verstärkt sie die Gegensätze höchstens, aber sie schafft sie nicht erst. Die Unterschiede drücken sich schon in der Eiablage der Fliegen aus.

2. Die Sterblichkeit der Tachinen

Die Todesursachen der Tachinen sind wie die aller Insekten mannigfacher Art: Vernichtung durch Feinde, Krankheiten, klimatische Ursachen und der Alterstod.

Unter den Feinden stand in der Rominter Heide an erster Stelle die Vogelwelt. Freilich dürfte die Zahl der von ihr vernichteter Tachinen nicht so hoch sein als zunächst zu vermuten ist, da die Vögel ja alle Insekten fangen und nicht die Raupenfliegen bevorzugen. Nach Steinfatt (briefl. Mitt.) macht zudem keine Vogelart planmäßig Jagd auf Fliegen und dürfte die Insekten auch nur erbeuten können, wenn sie in den frühen Morgenstunden noch klamm und unbeweglich sind.

Raubinsekten und Spinnen fällt nur ein ganz geringer Anteil der Fliegen zum Opfer, unter den Raubinsekten vor allem den Libellen.

Als bisher in der Heide nicht beobachtete Ursache für das Fliegensterben trat im Jahre 1936 eine Pilzkrankheit auf. Die von ihr befallenen Tachinen ließen äußerlich noch wenige Stunden vor ihrem Ab-

leben keine Veränderung erkennen. Bald darauf hingen sie dann tot an den Zwingerwänden, Gräsern oder Fichtenzweigen, zwischen den Hinterleibsringen waren die konidientragenden Hyphen des Pilzes durchgebrochen und ließen den Fliegenkörper wie mit Mehl bestäubt erscheinen [1]). Die Art bestimmte mir Herr Forstassessor Dr. Rhode vom Botanischen Institut Hann.-Münden als *Entomophthora muscivora* Schroet. Dieser Pilz war bisher nur von *Calliphora vomitaria* bekannt. Seine Dauersporen entstehen ungeschlechtlich.

W. Baer (1920) gibt an, daß diese Pilzkrankheiten bei Tachinen vornehmlich als Folge einer Massenvermehrung auftreten und bezeichnet sie geradezu als Übervölkerungserscheinungen. Ich war 1936 zunächst geneigt, dem beizustimmen. Verpilzte Tachinen fanden sich fast überall, an manchen Stellen waren sie sogar häufig. Die danach erwartete stärkere Verpilzung 1937 trat jedoch nicht auf, trotz sorgfältiger Kontrolle vieler Gebiete in regelmäßigen Zeitabständen waren verpilzte Tachinen äußerst selten [2]).

Es muß aber offen bleiben, ob die Verpilzung nicht doch eine Folge der Massenvermehrung ist, die nur durch besondere Einflüsse unterdrückt wurde. Es vernichteten nämlich im letztgenannten Jahre klimatische Einflüsse einen sehr großen Teil der Raupenfliegen. Während der ersten Hitze- und Trockenzeit ab Mitte Mai fanden sich massenhaft tote Tachinen auf Waldboden und Wegen. Da schon Komárek die Trockenheit als sehr wahrscheinliche Todesursache der Fliegen ansieht, versuchte ich, sie experimentell nachzuprüfen.

Mit Hilfe gesättigter Salzlösungen stellte ich in abgeschlossenen Glaszylindern 4 Räume mit einigermaßen konstanter Luftfeuchtigkeit her. Mit H_2O erhielt ich 90—100 %, NaCl in gesättigter Lösung lieferte 70—80 %, ohne Hilfsmittel enthielt die Luft des dritten Zylinders 60—70 % und $CaCl_2$ lieferte 28—33 %. Alle Feuchtigkeitswerte prüfte ich im Vorversuch mittels Aspirationspsychrometer, die Temperatur war während der Versuchsdauer für alle Zylinder gleich, alle erhielten die gleiche Anzahl Fliegen. Diese waren sämtlich dem Freiland entnommen, zur gleichen Zeit gefangen und gleich behandelt. Länger als $2^1/_2$ Tage lief der Versuch nicht; ich wollte nur vergleichende Angaben über die Lebensdauer haben, absolute waren bei der künstlichen Haltung und der Empfindlichkeit der Tachinen nicht zu erwarten.

Nach dem in Abb. 14 dargestellten Versuchsablauf starben bei einer Luftfeuchtigkeit von 70—100 % noch längst nicht alle Tachinen, bei etwas geringerer (60—70 %) dagegen waren schon nach 2 Tagen alle tot und bei 28—33 % starben alle schon innerhalb 24 Stunden. So geringe Werte für die Luftfeuchtigkeit (40—50 %) konnten

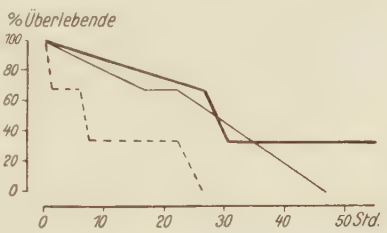


Abb. 14. Tachinensterben (in % überlebender Tachinen) bei: 70–100 % ———, bei 60 bis 70 % – – – – und bei 28—33 % — — — relativer Luftfeuchtigkeit

[1]) Schrifttum darüber bei Lakon (1919).

[2]) In den Zwingern dagegen wirkten die Pilze 1936 und 1937 verheerend und beendeten fast alle Versuche vorzeitig.

Mitte Mai und Mitte Juni 1937 in der Heide längere Zeit hindurch während Mai und Mitte Juni 1937 in der Heide längere Zeit hindurch während der Tagesstunden gemessen werden. Demgemäß machte sich die Sterblichkeit durch Lufttrockenheit empfindlich bemerkbar, um so mehr, als sie alle Tachinen betraf, wogegen es dem Zufall überlassen blieb, welche von ihnen Feinden oder einer Infektion mit Pilzen zum Opfer fielen.

3. Die Entwicklung der Maden

Die verschiedenen Einflüsse, die in die Tachinenentwicklung vom abgelegten Ei bis zur fertigen Made hindernd eingreifen können, sollen hier nur genannt werden; Einzelheiten bleiben einem biologischen Teil dieser Aufsatzreihe vorbehalten.

Das Ei am Raupenkörper selbst unterliegt einer nur geringen Sterblichkeit. Wesentlich höher schon ist der Anteil geschlüpfter Jungmaden, die nicht ins Raupeninnere gelangen konnten. Eine erhebliche Zahl von Eiern geht verloren, weil sie noch ungeschlüpft mit der alten Haut bei der Häutung der Raupe abgestreift wurden. Wird eine Raupe in aufeinanderfolgenden Stadien mehrmals belegt, dann gleicht sich der Verlust vielleicht aus; andererseits hätten diese Eier auch wieder neue Raupen infizieren können.

Die eingebohrte Made macht in der Raupe 2 Häutungen durch, jedes der 3 Stadien wird in etwa 8—10 Tagen durchlaufen, die Gesamtzeit vom Einbohren der eben geschlüpften bis zum Ausbohren der fertig entwickelten Made beträgt rund 4 Wochen.

Eingebohrte Maden werden nur von ganz gesunden Raupen durch Phagozyten eingehüllt und abgetötet (B o e s e), doch war diese Sterblichkeit sehr gering. Erkrankte Raupen dagegen hatten mittelbar schon auf die Eiablage der Tachine einen großen Einfluß und unmittelbar einen viel größeren auf die Madenentwicklung (Tab. 10):

Tabelle 10. Madensterblichkeit und Wipfelkrankheit

Jagen	Madenstadium	Polyederklassen 1	2	3	4	Madensumme	Überlebende auf 100 Maden I	Untersuchung No.-Raupen
83/84	I	31	20	14	19	84	100	741
	II	13	3	5	6	27	32	
	III	9	1	—	—	10	12	
64	I	23	15	16	8	62	100	573
	II	9	3	—	—	12	19	
	III	7	—	—	—	7	11	

(Zahlen in Polyed.-Klasse 1—4: auf 100 untersuchte Raupen bezogene Maden des betr. Studiums.)

Ausgangsmaterial für diese Tabelle sind die gleichen Raupen, die schon zur Polyederuntersuchung dienten, und die durch Präparation auch Anzahl und Entwicklungsstufe in ihnen schmarotzender Maden ergaben (siehe S. 89). Deshalb sind Art der Polyederuntersuchung und Anzahl verwandter Raupen die gleichen wie dort. Die Raupen unterschied ich hier nicht nach Stadien.

Die Tabelle nennt für jedes Madenstadium die Anzahl Maden, die, je auf 100 Raupen bezogen, in allen untersuchten Raupen der 4 Polyederklassen gefunden wurden. Madenstadium I verteilt sich noch über alle 4 Polyederklassen, ist jedoch in 2—4 wesentlich seltener als in 1. Stadium II ist nur in Jagen 83/84 (schwächer und später polyederverseucht) noch über alle 4 Klassen verteilt, in Jagen 64 nur noch über 1 und 2. Maden III finden sich im ersten Jagen nur noch bei geringen Polyederwerten, im zweiten allein in der ersten Klasse. Die Verteilung der Maden I mag noch auf der verschiedenen Eiablage an die wechselnd kranken Raupen beruhen. Die der Maden II und III dagegen ist allein durch Polyedersterblichkeit zu erklären.

Auch die Sterblichkeit der Maden kann angenähert genannt werden, da alle Zahlen der Tabelle 10 auf 100 Raupen bezogen sind. Von 100 Maden I erreichen in beiden Jagen etwa gleich viel das Stadium III, nämlich 11 und 12. Die Unterschiede beider im Polyederbefall — Jagen 83/84 später, Jagen 64 früh und stark verseucht — drücken sich in der Madensterblichkeit so aus, daß im ersten Falle von 100 Maden I noch 32 das Stadium II erreichen, im zweiten Falle dagegen nur 19. Diese hohe Madensterblichkeit in kranken Raupen verschärft, wie schon erwähnt, die Gegensätze der Tachinenentwicklung in verschiedenen Nonnenbefallsgebieten erheblich.

Zu Boden gefallen, versucht die erwachsene Made sofort, sich einzubohren. Das gelingt ihr auf unverändertem, bewachsenem Waldboden in höchstens 7, meistens schon in 3 Minuten, auf hartem Waldboden, z. B. festgefahrenen Wegen überhaupt nicht. Dies spielt gegenüber dem bewachsenen aber keine Rolle. In der kurzen Zeit, die die Made frei liegt, ist sie den Verfolgungen ihrer Feinde ausgesetzt, vor allem denen der Vögel. Welcher Hundertsatz hierdurch verloren geht, ist natürlich nicht festzustellen. Daß er recht erheblich sein kann, lassen die Kontrollen über die Füttertätigkeit einiger Vögel (Steinfatt, 1937) vermuten. Die Altvögel trugen folgende Madenmengen ein:

An 9 Tagen in 139 Beobachtungsstunden Kohlmeise . . 17 Maden
An 9 Tagen in 114 Beobachtungsstunden Blaumeise . . 328 Maden!
An 10 Tagen in 127 Beobachtungsstunden Tannenmeise . 180 Maden

Wie viele Raupen einer Population von Tachinen vernichtet werden, ist recht sicher anzugeben:

Nonnenbefall	A Jg. 64 %	B Jg. 129 %	C Jg. 64 %	D Jg. 17 %
Überlebende No-Falter (als gesunde Puppenhülsen ermittelt)	4	3	9	4
Durch Tachinen vernichtete No-Raupen	7	41	38	96[1])

[1]) Die Unterlagen zu dieser Übersicht stellte mir Kamerad H. Mors in dem Ergebnis der sog. Sterblichkeitsstämme zur Verfügung. Hier wurden an je einem Stamm Zahl der fressenden Altraupen (ab Stadium III), der aus ihnen entwickelten Maden und der überlebenden Falter genau ermittelt.

Die Sterblichkeit war also in allen Befallszonen ungefähr gleich hoch. Von Tachinen vernichtet wurden jedoch sehr verschieden viel. Hoch ist dieser Hundertsatz dort, wo die Polyedrie zurücktrat, gering, wo sie eine große Rolle spielte.

So stellen sich die Wanderungen, wenn man sie unter diesem Gesichtspunkt noch einmal betrachtet als biologische Ausgleichsvorgänge dar. Wo in stark verseuchten Befallsgebieten die Polyedrie einen Großteil der Raupen abtötet, da wandern die Tachinen zu schwach verseuchten Jagen hin, hier kommt ihnen jetzt die gleiche Rolle zu.

Im Ei- und freien Jungmadenstadium schädigen vor allem Klimaeinflüsse. Die eingebohrte Fliegenmade wird fast ausschließlich von der Polyedrie ihres Wirtes bedroht (ein Einfluß, der erst im Lauf der Massenvermehrung auftritt und zunimmt), die erwachsene, auf den Waldboden herabkommende Made fällt räuberischen Tieren zum Opfer.

II. Der Ablauf der Massenvermehrung der Tachinen 1933—1937

In den vorangegangenen Abschnitten habe ich zu zeigen versucht, in welcher Weise sich die Beziehungen Nonne—Tachine während eines Jahres in der Rominter Heide gestalteten. Es soll die Aufgabe dieses letzten Abschnittes sein, zu untersuchen, ob sie auf die gesamte Dauer der Massenvermehrung übertragen werden dürfen, welchen Ablauf diese in der Rominter Heide gehabt hat und was davon als kennzeichnend für die Massenvermehrung der Tachine überhaupt angesehen werden muß.

Ausgangspunkt der Untersuchungen war die Erscheinung der Tachinenwanderungen von schwer- zu leicht- von der Nonne befallenen Gebieten. Die Wanderung, ihre Ursachen und ihren Ablauf habe ich vor allem dargestellt, mich in der Behandlung der allgemeinen Lebenserscheinungen — Eiablage, Eientwicklung, Madenentwicklung, Madensterblichkeit u. a. m. — aber auf das Notwendigste beschränken müssen.

Die Tachinenvermehrung lief im ganzen Gebiet der Rominter Heide nicht einheitlich ab, besonders insofern, als die Tachinen stets vom Zentrum des Nonnenbefalls zu dessen Randgebieten abwandern.

Hat ein bestimmtes Gebiet sehr hohe Befallszahlen erreicht und beginnt seine Raupenpopulation mit den nun auftretenden Übervölkerungserscheinungen den Tachinenmaden keine günstigen Lebensbedingungen mehr zu bieten, dann wandern die Fliegen zu Randgebieten der Nonnenvermehrung ab. Im erstgenannten Gebiet geht die Befallsdichte der Tachine zurück, im letzteren steigen die Zahlen weiter an, und ein Rückgang ist frühestens im nächstfolgenden Jahre, wenn die Raupendichte nunmehr hier Höchstwerte erreicht, zu erwarten. Als Beispiel hierfür die Abb. 15. Jagen 17 stellt hier ein Gebiet dar, in dem die Eruption der Nonnenvermehrung spät einsetzte. Dementsprechend nahmen die Tachinen fortlaufend zu, ihre Zahl wurde durch Zuwandern

von Fliegen aus von der Nonne übervölkerten Gegenden ergänzt, und erst im Zusammenbruchsjahr der Nonne erfolgte auch der Zusammenbruch der Fliegenvermehrung. In Jagen 88 brach die Nonnenvermehrung früh zusammen. Die Übervölkerungserscheinungen, die dies bedingten, veranlaßten die Tachinen zum Abwandern und ihr Zusammenbruch erfolgte ein Jahr später als der der Nonne.

Diese beiden Formen der Tachinenmassenvermehrung sind sehr kennzeichnend und eine von ihnen bei jeder Nonnenvermehrung zu beobachten. Welche von beiden jeweils in Frage kommt, ergibt sich eindeutig aus dem Ablauf der Nonnengradation: verläuft diese rasch, dann liegen Höhenpunkt und Zusammenbruch der Tachinenvermehrung je ein Jahr später als bei der Nonne, verläuft sie langsam, so fallen beide mit denen der Nonne zusammen.

Im Mittel aller Flächen der Heide gleichen sie die Unterschiede natürlich für Nonne wie für Tachine aus, und das Bild beider Massenvermehrungen zeigt als wesentlichen Punkt, daß die Nonnenvermehrung der der Tachine um ein Jahr vorausgeht.

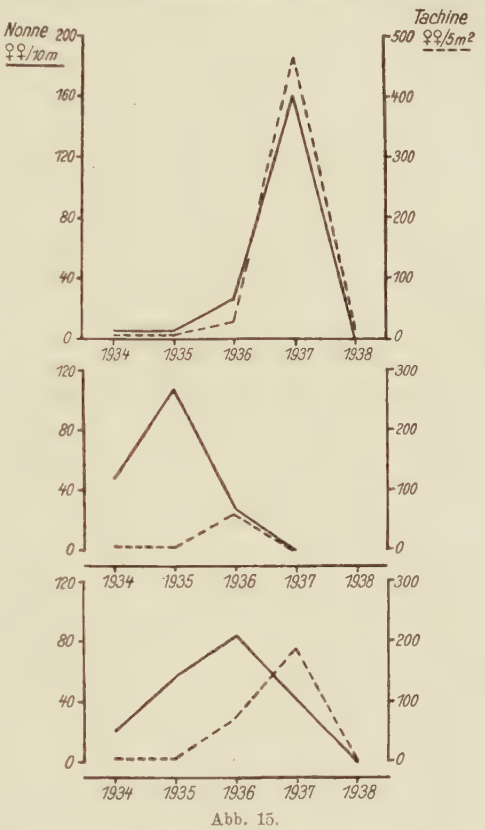


Abb. 15.

Vermehrung von Nonne (———) und Tachine (— — —) in der Rominter Heide. (Der Nonnenbefall ist in ♀♀ je 10 m Kronenlänge aus allen Probefällungen des Versuchsgebietes gemittelt, die Probefällungen geschahen im Herbst, der dem Jahr, für das sie genannt sind, voranging. Der Tachinenbefall ist in gesunden, im genannten Jahr geschlüpften ♀♀ je 5 qm Bodenfläche ausgedrückt für 1938 ist dieser Betrag geschätzt.) Oben: Jg. 17 — Schittkehmen, Randgebiet des Nonnenbefalls. Mitte: Jg. 88 — Nassawen, Zentrum des Nonnenbefalls. Unten: Mittel der ganzen Heide

Art und Ablauf der Fliegenvermehrung bestimmen sich aus den klimatischen Bedingungen des betreffenden Jahres und dem Ablauf der Nonnengradation. Jene sind im wesentlichen für ein großes Gebiet gleich, dieser kann örtlich sehr verschieden sein. Für die Rominter Heide überblicken wir beide Einflüsse, Klima und Wirt, für 3 Jahre; Abb. 16 und Tabelle 11 sagen alles hierzu Wesentliche.

Für den Ablauf einer Tachinenvermehrung scheint mir folgendes allgemeingültig zu sein: Die Vermehrung der Tachine ist insgesamt um ein Jahr hinter der der Nonne zurück, sie kann je nach der ihres Wirtes

Tabelle 11

Lebensvorgänge der Tachinenpopulationen während ihrer Massenvermehrung in der Rominter Heide

	1934	1935	1936	1937
1. Nonnenvermehrung . .	Vorbereitungsjahr	Hauptfraßjahr	Krisenjahr	Zusammenbruchsjahr
2. Polyedrie der Raupen .	nicht vorhanden	gering	überall, verschieden stark	Überall sehr stark
3. Tönnchendichte — Frühjahr (♀♀ je 5 qm) . .	1,1	4,2	71,3	185,7
4. Tachinen: Weibchenanteil	50 %	50 %	40 %, nach No-Befall verschieden	50 %
5. Begattungswahrscheinlichkeit	100 %	> 100 %	> 100 %	< 100 %
6. Tachinen: Eizahl je Weibchen	„hoch“	„hoch“	„geringer“	„geringer“
7. Eiverluste der Tachinen	keine	keine	hohe	sehr hohe
8. Abwandern	keines	stark	stark	geringer
9. Anteil der Polyedrie am Raupensterben . . .	sehr gering	höher	im A-Gebiet sehr hoch im C-Gebiet gering	sehr hoch
10. Anteil der Tachinose am Raupensterben . . .	sehr gering	höher	im A-Gebiet gering im C-Gebiet sehr hoch	sehr gering
1. Todesursachen der Fliegen (Imagines) . . .	Alterstod	Alterstod, Feinde vermehrt	Alterstod, Verpilzung, Feinde	Klimat. Ursachen, Feinde stark

im gleichen Gebiet verschieden verlaufen. Treten Unterschiede im Vermehrungsablauf des Wirtes auf, so gleicht sie diese durch Wanderungen aus, die durch Übervölkerungserscheinungen der Nonne ausgelöst werden. Diese Wanderungen führen letzten Endes dazu, daß in schwach von der Nonne befallenen Gebieten die Tachine, in stark befallenen die Polyedrie den höheren Vernichtungsanteil hat, beide Male aber ist das endliche Gesamtergebnis ungefähr das gleiche. Die Eiverluste der Tachine (Ablage an schon belegte Raupen) nehmen zu, die Eizahl je Weibchen sinkt, ebenso die Begattungswahrscheinlichkeit. Fast alle Vorgänge können von besonderen klimatischen Bedingungen (hier der Zusammenbruch 1937 z. B.) unmittelbar oder mittelbar stark beeinflußt werden. Dazu kommen die nach Ort und Jahr stark wechselnden Vernichtungsprozente an gefährdeten Stadien der Tachine

(Maden zwischen Ausbohren und Verpuppen, Tönnchen im Boden) durch Feinde.

Daß solche Einflüsse eine wichtige Rolle im Massenwechsel der Tachine spielen, berechtigt zu dem Schluß, daß die Tachine nicht so gut wie ihr Wirt der Umwelt angepaßt ist.

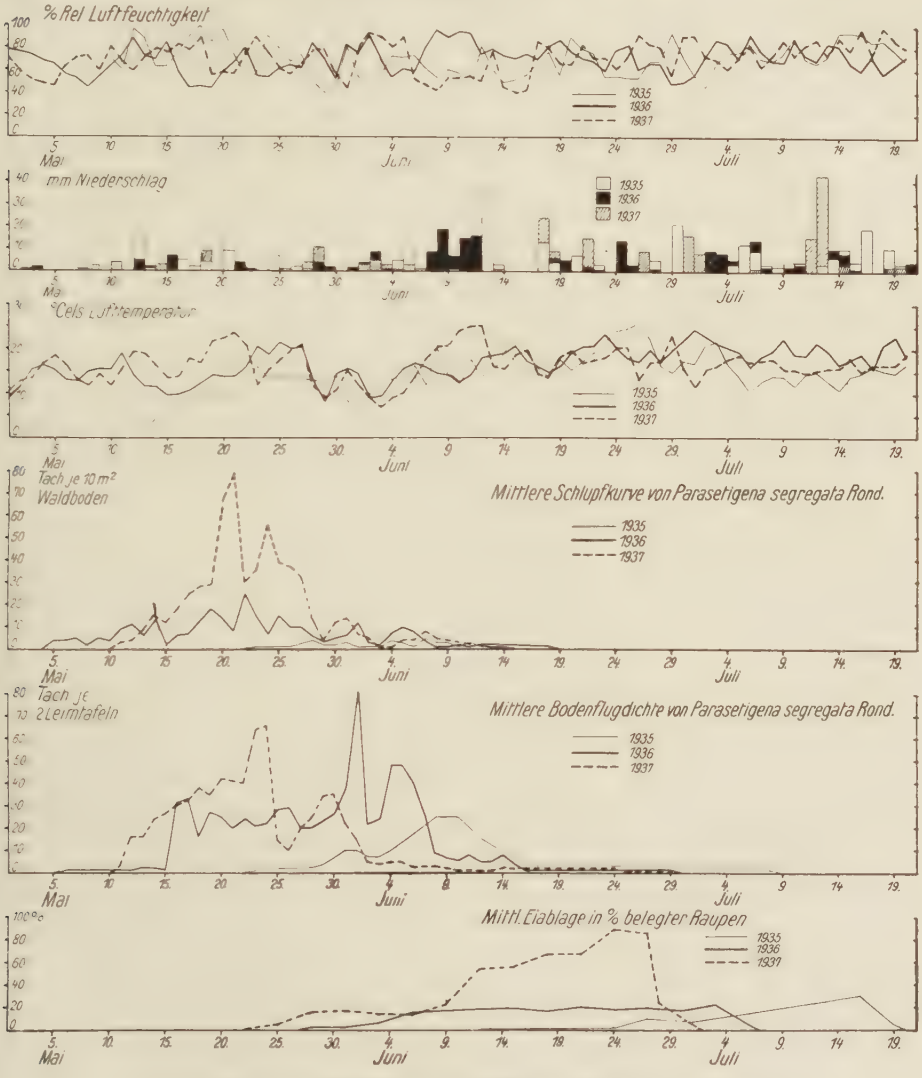


Abb. 16. Klima und Lebensablauf von *Parasetigena segregata* Rond. 1935—1937

Zum gleichen Schluß kommt Komárek 1933:

Während die Gradation der Nonne eine steil aufsteigende Linie mit plötzlichem, durch den Zusammenbruch infolge Polyedrie bedingten Wendepunkt ist, verläuft die der Tachine sehr flach und erreicht ein Jahr früher ihren Höhepunkt. Sie bleibt beträchtlich hinter der Nonne zurück und ist schon nach 2—3 Prodromaljahren von ihr stark überholt. Die kritischen Einflüsse der Außenwelt greifen

an sehr entscheidenden Punkten in die Lebensvorgänge der Tachine ein (Eiablage, Madenausbohren, Tönnchen im Boden) und bewirken, daß die Vermehrung der Tachine verschiedenen, mit der Nonne nicht immer zusammenhängenden Schwankungen unterliegt. Demzufolge kann gesagt werden, daß das Schicksal von *Phorocera agilis* nur ziemlich lose mit dem der Nonne verbunden ist.

Meine Befunde stimmen weitgehend mit denen Komàreks überein. Lediglich seine Aussage, daß der Vermehrungshöhepunkt der Tachine ein Jahr früher als der der Nonne liegt, scheint von meinen Beobachtungen abzuweichen. Da Komàrek aber im Gegensatz zu mir die im Herbst gefundenen Tönnchendichten mit der Ausgangspopulation der Nonne vergleicht, ist seine Kurve um ein Jahr verschoben; berücksichtigt man die Frühjahrswerte, dann sind unsere beiden Kurven fast völlig gleich. Nonnen- und Tachinengradation anderer Gebiete und Jahre in ähnlicher Weise darzustellen und zu überprüfen, war nur für den Hofoldinger Forst möglich (1898 bis 1902), über welchen Rebel berichtet. In Abb. 17 sind Nonnenbefall und Tönnchendichte anders als in den Rominter Untersuchungen ausgedrückt, die Kurven aber ohne weiteres denen für die ganze Rominter Heide vergleichbar. Bemerkenswert ist, daß Polyedrie im Hofoldinger Forst nicht auftrat, nach Rebel vielmehr die Nonnentachine im Zusammenbruchjahr fast 100 % der Raupen befallen hatte.

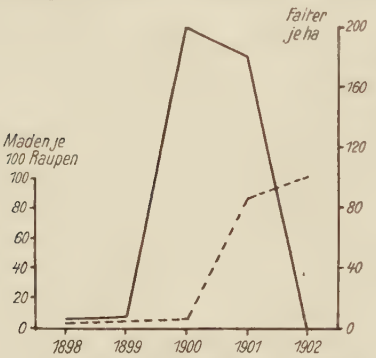


Abb. 17. Vermehrung von Nonne und Tachine im Hofoldinger Forst (nach Rebel) 1898–1902.
— Falter je ha nach Faltersuche,
— — — Tachinenmaden je 100 Raupen

Die Massenvermehrung eines Insekts wird zweifellos von allgemeinen klimatischen Ursachen ausgelöst. Für die Tachine wie für die Nonne scheinen diese die gleichen zu sein, sonst könnten in Sonderfällen nicht beide Vermehrungen gleichartig und gleichzeitig ablaufen. Im übrigen sind die klimatischen und biologischen Umweltsbedingungen für die Tachine wesentlich ungünstiger als für ihren Wirt, in dieser Hinsicht ist sie daher als praktisch monophager Parasit schlecht angepaßt. Bietet der Tachine örtlich verschiedene Vermehrung des Wirtes unterschiedliche Lebensbedingungen, dann wird der biologische Ausgleich durch Wanderungen erstrebt. So kann die Tachine in Massenvermehrungsgebieten, die gänzlich oder teilweise polyederfrei bleiben, sehr wohl einen Großteil der Nonne vernichten.

Zusammenfassung der Hauptergebnisse

1. In Fortführung 1935 begonnener Arbeiten der Waldstation für Schädlingsbekämpfung in Rominten wurde der Massenwechsel der Nonnentachine *Phorocera agilis R.-D.* (= *Parasetigena segregata* Rond.) weiter beobachtet und versucht, aus vorhandenen und neu gewonnenen

Tatsachen ein möglichst genaues Lebensbild der Raupenfliege zu gewinnen.

2. Die Sterblichkeit der Tönnchen im Boden unterliegt inneren Ursachen und Feinden und ist zudem klimatisch beeinflußt; das Schlüpfen der Fliegen ist vorwiegend klimatisch bestimmt.

3. Die meisten Lebensvorgänge der Fliegen sind von der Sonnenstrahlung abhängig (Aktivität, Flugbereitschaft, Paarung).

4. Die Begattung der Weibchen ist meist bis zum Ende gesichert, kann jedoch durch klimatische Verhältnisse auch in Frage gestellt werden.

5. Der Flug der Tachinen in die Kronen wiederholt sich täglich, ein Teil der Tiere, vorwiegend Weibchen, bleibt oben, ein anderer fliegt abends wieder herab. Dieser ist je nach dem Nonnenbefallsgebiet, in dem sich der Flug abspielt, verschieden hoch.

6. Die Tönnchendichte im Boden nimmt von einem zum anderen Jahr in stark von der Nonne befallenen Gebieten wenig, in schwach befallenen dagegen so stark zu, daß Zuwanderung der Fliegen in diese Gebiete angenommen werden muß. Der Bodenflug der Tachinen ist umgekehrt in stark befallenen Gebieten hoch, in schwach befallenen gering, der Kronenflug und damit die Eiablage wiederum in schwach befallenen Gebieten höher als in stark befallenen.

7. In einer Raupenpopulation wählt die Fliege vorzugsweise die jeweils Ältesten zum Belegen. Abweichungen von diesem Verhalten in Gebieten hohen Nonnenbefalls lassen noch andere Wahlmöglichkeiten vermuten. Diese werden in der Polyedrie der Raupen erkannt: ältere Raupen ab Stadium V werden nur, soweit schwach erkrankt, von der Fliege belegt.

8. Die hohe Polyedrie in stark von der Nonne befallenen Gebieten läßt die täglich aufgeflogenen Tachinen zu einem großen Teil wieder abfliegen; diese Tiere wandern dann zu schwach befallenen Gebieten hin.

9. Die Sterblichkeit aller Stadien der Tachine vom Ei bis zur fertigen Made ist abhängig von äußeren Klimaeinflüssen, Feinden, der Raupenerkrankung und mangelnder Übereinstimmung zwischen Wirt und Parasit. Nach diesen Befunden muß die Tachine als schlecht an ihren Wirt angepaßt bezeichnet werden.

10. Die Massenvermehrung der Tachine kann örtlich verschieden ablaufen, je nach der der Nonne. Früher Zusammenbruch der Nonnenvermehrung, bedingt durch Polyedrie, veranlaßt die Tachinen zum Abwandern. Der Zusammenbruch beider liegt im gleichen Jahr. Langsam ansteigende Vermehrung der Nonne mit geringer Erkrankung bietet der Tachine günstige Lebensbedingungen. Sie wandert hierher zu, der Zusammenbruch ihrer Vermehrung erfolgt in diesem Falle ein Jahr nach dem der Nonne. In dieser Hinsicht ist die Tachine ihrem Wirt gut angepaßt.

Schriftenverzeichnis

1. Baer, W., Die Tachinen als Schmarotzer der schädlichen Insekten. Z. ang. Ent. VI, 1920, VII, 1921.
2. Boese, G., Der Einfluß tierischer Parasiten auf den Organismus der Insekten. Z. Parasitenkde. VIII, 1936.
3. Finck, E. v., Untersuchungen über das Auftreten der Tachine *Parasetigena segr.* während einer Nonnenkalamität. Arb. phys. ang. Ent. Dahlem III, 1936.
4. Finck, E. v., Untersuchungen über die Lebensweise der Tachine *Parasetigena segregata* Rond. (= *Phorocera agilis* R.-D.) in der Rominter Heide (1935) sowie einige Beobachtungen über Schlupfwespen. Z. ang. Ent. 1938.
5. Flügge, Ch., Geruchliche Orientierung von *Drosophila melanog.* Z. vergl. Physiol. XX, 1934.
6. Fraenkel, G., Die Wanderungen der Insekten. Ergebn. d. Biol. IX, 1932.
7. Geiger, R., Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig 1927.
8. Gößwald, K., Zur Biologie und Ökologie von *Parasetigena segr.* und *Sarcophage Schützei.* Z. ang. Ent. XXI, 1934.
9. Hartung, E., Untersuchungen über die Geruchsorientierung bei *Calliphora erythrocephala.* Z. vergl. Phys. XXII, 1935.
10. Hilf-Wittich (1925), zit. nach Escherich Bd. III, 1931.
11. Knoche, E., Schädling, Klima und Bekämpfung. Arb. Biol.-techn. Reichsanst. XVI, 1929.
12. Komárek, J., u. Breindl, V., Die Wipfelkrankheit der Nonne und der Erreger derselben. Z. ang. Ent. X, 1924.
13. Komárek, J., Wichtige Neubeobachtungen aus der Biologie der Nonne. Anz. Schädlingskde. IX, 1933.
14. Komárek, J., Krit. Worte üb. Bedeutg, d. Insektenparasiten d. Nonne. Z. ang. Ent. XXIV, 1937.
15. Lakon, G., Die Insektenfeinde aus der Familie die Entomophthoreen. Z. ang. Ent. V, 1919.
16. Liebermann, A., Korrelationen zwisch. d. antennalen Geruchsorganen und der Biologie der Musciden. Z. f. Morph. Ökol. Tiere V, 1926.
17. Loos, K., Beobachtungen über einen bedeutungsvollen Fliegenschmarotzer an dem Nonneninsekt. Centralbl. f. d. ges. Forstw. XXXIV, 1908.
18. Loos, K., *Parasetigena segr.* und einige andere Schädiger des Nonneninsekts. Centralbl. f. d. ges. Forstw. XXXIV, 1909.
19. Loos, K., Einige Bemerkungen über Fliegenschmarotzer der Nonne. Forst- u. Jagdzeitung, Saaz X, 1910.
20. Loos, K., Weitere Beobachtungen an *Parasetigena segr.* Forst- u. Jagdzeitung, Saaz XI, 1911.
21. Loos, K., Einige Beobachtungen, Versuche und Untersuchungen über d. Lebensweise d. Tachine *Parasetigena segr.* Vereinsschrift f. Forst- u. Jagdkde. 1916/17.
22. Prell, H., Die Lebensweise der Raupenfliegen. Z. ang. Entomol. I, 1914.
23. Prell, H., Zur Biologie der Tachinen *Parasetigena segr.* u. *Panzeria rudis.* Z. ang. Ent. II, 1915.
24. Prell, H., Zur Biologie der Nonnentachine. Vereinsschr. f. Forst-, Jagd- u. Naturkde. Prag 1916/17.
25. Rebel, H., Enorme Vermehrung der Nonne im Hofoldinger Forst 1899—1902. Z. ang. Ent. VII, 1921.
26. Stein, P., Die verbreitetsten Tachinen Mitteleuropas. Arch. f. Naturgesch. A, XL, 1925.
27. Steinfatt, O., Nestbeobachtungen beim Rotkehlchen *(Erithacus r. rubecula)*, Braunkehlchen *(Saxicola rubetra)*, Buchfink *(Fringilla c. coelebs)* und Hänfling *(Carduelis c. cannabina).* Verh. Orn. Ges. Bay. XXI, 1937.

28. Timäus, F., Beobachtungen über die Nonnentachine. Naturw. Z. f. Forst- u. Landwirtsch. Stuttgart IX, 1911.
29. Tölg, F., Biologie und Morphologie einiger in Nonnenraupen schmarotzender Fliegenlarven. Zbl. f. Parasitenkde. u. Infektionskrankheiten, Abt. II, XXXVII, 1913.
30. Trägårdh, I., Undersökningar över Nunnans Uppträdande i Gualöv 1915—1917. Medd. Stat. Skogsförsöksanst. XVII, 1920.
31. Wellenstein, G., Die Massenvermehrung der Nonne in Coburg 1931. Im Erscheinen.

Freilandarbeiten anläßlich der Massenvermehrung der Nonne in Ostpreußen 1933—1937;
aus der Waldstation für Schädlingsbekämpfung in Jagdhaus Rominten.

Untersuchungen über die Lebensweise der Tachine Parasetigena segregata Rond. [=Phorocera agilis R.-D.] in der Rominter Heide (1935) sowie einige Beobachtungen über Schlupfwespen

(Die Parasitierung der Nonne durch Insekten, Teil I)

Von

Erich von Finck

(Mit 14 Abbildungen)

Inhalt Seite

I. Einleitung 105
II. Hauptteil: Untersuchungen über die Tachine *Parasetigena segregata* 106
A. Allgemeine Biologie von *Parasetigena segregata* 107
1. Schlüpfzeit und Ausfärbung der Fliege 108
2. Verhalten der Imagines vor der Begattung 111
3. Kopulation 116
4. Ortswechsel 118
5. Lebensdauer der Imagines 120
6. Ernährung der Fliegen 120
7. Feinde der Imagines 121
8. Eientwicklung und Eiablage 122
9. Auswahl des Raupenmaterials durch die Tachine 125
10. Die Entwicklung der Made 126
11. Tönnchenuntersuchungen 126
B. Lokale Verbreitung und Vermehrung der Tachine *Parasetigena segregata* in der Rominter Heide 128
1. Versuchsfläche in Jagen 115 129
2. Versuchsfläche in Jagen 88 131
3. Versuchsgebiet Försterei Szittkehmen 134
4. Versuchsgebiet Försterei Theerbude 136
C. Anhang 138
1. Parasiten der Nonnentachine 138
2. Weitere Tachinen außer *Parasetigena* 138
3. Sarcophagen 138
4. Schlupfwespen 139
III. Schluß: Zusammenfassung 140
Schrifttum 142

I. Einleitung

Die in einem großen Teil Ostpreußens seit 1933 beobachtete Massenvermehrung der Nonne gab Anlaß dazu, die Erforschung und Bekämpfung des Schädlings in großem Maßstab in Angriff zu nehmen, um Mittel und Wege zu finden, die von ihm heimgesuchten Waldbestände vor der Vernichtung zu schützen. Zu diesem Zweck wurde mit Unterstützung der Preuß. Landesforstverwaltung unter Leitung von Forstassessor Wellenstein die „Waldstation für Schädlingsbekämpfung" in der Rominter Heide mit einer Zweigstelle im Forstamt Schwalgendorf im südwestlichen Ostpreußen eingerichtet. Durch engste kameradschaftliche Zusammenarbeit aller Kräfte, die zum Einsatz für eine derartig vielseitige Aufgabe herangezogen werden mußten, wurde eine Verbindung rein wissenschaftlich biologischer und forstwirtschaftlicher Arbeit geschaffen, die sowohl in ihrer Ausrichtung als auch methodischen Durchführung auf den Erfahrungen aufbaute, die Wellenstein anläßlich der Nonnenkalamität im bayerischen Forstamt Neustadt bei Coburg (1931) sammeln konnte.

Für die biologisch Arbeit war hier von großem Vorteil, daß Freilandbeobachtung und Freilandversuch ermöglichten, das Verhalten der zu untersuchenden Tiere unter weit natürlicheren Lebensbedingungen als im Laboratorium kennen zu lernen.

Unter den biologischen Fragen, mit denen sich die Waldstation zu befassen hatte, war u. a. das Teilgebiet der Parasitierung der Nonne durch Insekten von besonderer Bedeutung. Daher wurden im Jahre 1934 Untersuchungen in dieser Richtung in Angriff genommen.

Die von Wellenstein im Neustadter Forst gefundenen Nonnenschmarotzer waren von Engel bestimmt worden (Lindner [4]). Außerdem standen mir die Aufzeichnungen über nachfolgende Befunde zur Verfügung: Belag der Nonnenraupen mit Tachineneiern, Zahl der im Boden gefundenen Tachinentönnchen und Sterblichkeit der Puparien.

In Rominten war 1934 die Zahl der Schmarotzer noch sehr klein. Deshalb waren die Arbeiten dieses Jahres nur richtungsweisende Vorversuche. Systematische Ermittlungen über das Vorkommen von Parasiten im Freiland geschahen, indem man an einigen Stellen je 5 qm Waldboden aushob und auf Tachinentönnchen durchsah.

So war bei Beginn meines Arbeitsauftrages im Jahre 1935 nicht allzuviel über Nonnenparasiten der Rominter Heide bekannt. Es konnten zwar Erfahrungen, die bei der Freilandbeobachtung der Nonne gesammelt worden waren, weitgehend ausgenutzt werden, doch zeigte sich immer wieder, daß die von der des Wirtes grundverschiedene Lebensweise der Schmarotzer Fragestellungen ganz anderer Art erforderte und daher auch ganz andere Versuchsanordnungen notwendig machte. Damit waren dem Bearbeiter der Parasitenfrage neben einer möglichst eingehenden Unter-

suchung der Biologie der Parasiten und ihrer Verbreitung im Verlauf der Kalamität auch die Aufgabe gestellt, die Methodik der Freilanduntersuchung an Nonnenschmarotzern weiter zu entwickeln. Hierin fand ich bei Herrn Forstassessor Wellenstein stets bereitwilligst Anleitung und Hilfe. Ihm sowohl, als auch meinem Kameraden Mors bin ich daher besonderen Dank schuldig.

Als parasitisch in der Nonne lebend ist im Verlauf der Schädlingsforschung eine große Anzahl von Insektenarten, vor allem Schlupfwespen und Fliegen der Familie *Tachinidae*, festgestellt worden. Ein zahlenmäßig starkes Auftreten während einer Kalamität ist jedoch lediglich bekannt von den Schlupfwespen der Gattung *Pimpla* und *Ichneumon disparis* Poda, vor allem aber der Tachine *Parasetigena segregata* Rond.[1]). Da unter diesen bisher nur die Tachine als hochgradig wirksam bei der Vernichtung des Schädlings festgestellt worden ist und auch in der Rominter Heide ihr gegenüber die Schlupfwespen mengenmäßig sehr stark zurücktraten, bezogen sich die Untersuchungen in der Hauptsache auf *Parasetigena*. Die Beobachtungen über Schlupfwespen sind anhangsweise wiedergegeben.

Mein ständiger Mitarbeiter war Kamerad P. Legatzki. Anregung und Unterstützung wurde mir durch den Forstanwärter Fischer zuteil.

II. Hauptteil: Untersuchungen über die Tachine Parasetigena segregata

Die Lebensweise und ihre Beeinflussung durch Umweltfaktoren wurden hauptsächlich auf der Versuchsstation in der Försterei Nassawen, Jagen 107/115 beobachtet.

Die Versuchsfläche, im folgenden kurz mit 115 bezeichnet, lag etwa 5 km nördlich der Waldstation innerhalb desjenigen Gebietes, das zur Kontrolle der Begiftungswirkung durch Flugzeuge von der Bestäubung verschont blieb. Versuchsfläche und weitere Umgebung waren fast durchgängig mit Fichtenaltholz bestanden. Der Boden war leicht hügelig und mit hohem Gras (*Calamagrostis arundinatia*), zum Teil Wurmfarn (*Aspidium spec.*) und etwas Fichtenjungwuchs bedeckt; ein großer Teil der Gesamtfläche war Bruch und mit Keulenbärlapp (*Lycopodium clavatum*) und Moos (*Hypnum*-Arten) bewachsen. Die später beschriebenen Zwingerversuche wurden durchgeführt auf einer 30 m hohen Kanzel (s. Abb. 1) an der Grenze des Jagens 107 zu 115. Für andere Untersuchungen diente je eine Fläche im lichten Altholzbestand mit leicht südlich geneigtem grasbewachsenem Boden (115 L) und eine im Fichten- und Bärlapp- bestandenen Bruch (115 Br).

[1]) Die bisher unter diesem Namen bekannte Fliege hat jetzt wie u. a. Prell mir mündlich mitteilte, *Phorocera agilis* R.-D. zu heißen. Hier wurde der alte übliche Name beibehalten.

Die Verbreitung der Tachine in der Rominter Heide im Jahre 1935 wurde an mehreren Stellen, außer in Nassawen Jagen 115 und Jagen 88a hauptsächlich im Gebiet des Forstamtes Szittkehmen im südlichen Osten der Heide ermittelt. Die Beschreibung dieser Standorte erfolgt an entsprechender Stelle.

Fot. Dr. O. Steinfatt
Abb. 1. Beobachtungskanzel in Jagen 107/115 mit Trommelzwingern

A. Allgemeine Biologie von Parasetigena segregata

Über die Lebensweise der Nonnentachine ist neben der allgemeinen richtunggebenden Studie von Baer (1) eine grundlegende Arbeit von Prell (6) erschienen, auf die im Text mehrfach hingewiesen wird. Die in ihr mitgeteilten Ergebnisse wurden an Laboratoriumsmaterial gewonnen. Dies gilt auch für die Untersuchung von Größwald (2). In Rominten wurde dagegen versucht, im Freiland unter möglichst natürlichen Bedingungen die Lebensweise des Schmarotzers kennen zu lernen.

Die bisher bekannten Tatsachen über diese Fliege ergeben allgemein folgenden Lebensablauf:

Aus einem an einer Nonnenraupe festgeklebten Ei kriecht die junge Made aus und bohrt sich alsbald in den Raupenkörper ein. Dort nährt sie sich von den Körpersäften des Wirtes, der bis zur Reife der Made leben bleibt. Die Made macht zwei Häutungen durch. Erst nach der zweiten Häutung wächst sie in erheblicherem Maße heran und bewirkt den Tod der sie beherbergenden Nonne, die sich um diese Zeit oft schon im Puppenzustand befindet. Wenn sie zu voller Reife gelangt ist, bohrt sie sich aus dem Wirtskörper aus und läßt sich auf den Waldboden fallen, in dessen Humusschicht sie sich verpuppt und als Tönnchen überwintert. Im nächsten Frühjahr, etwa im Mai, kriecht die fertige Fliege aus. Die ♂♂ fliegen alsbald umher, um die ♀♀ zu begatten. Die begatteten ♀♀ machen dann eine sogenannte Latenzperiode von mehreren Tagen durch, bevor sie Eier legen können. Danach suchen sie Nonnenraupen auf und heften an diese ihre Eier an.

1. Schlüpfzeit und Ausfärbung der Fliege

Um den zeitlichen Ablauf des Tachinenschlüpfens im Walde verfolgen zu können, wurde nachstehend beschriebene Anordnung getroffen:

Noch bevor im Frühling die fertig entwickelten Tachinen die Tönnchenhülle verließen, wurden auf 115 L, 115 Br und 88a je vier Fläche 5 × 1 m Größe ausgesucht, die sich nach Möglichkeit vollständig unter dem Kronendach einer, eventl. auch zweier dicht nebeneinander stehender Fichten befanden. Die Flächen wurden vierseitig von je einer breiten Rinne begrenzt. Über das Ganze wurde ein Tuch gebreitet, das aus sehr feinem, in höchstem Maße licht- und luftdurchlässigem Gazestoff bestand. Stangen, die in Bodenrinnen gelegt wurden, schlossen die 5 qm große Fläche so ab, daß keine Fliege zwischen Tuch und Boden ins Freie gelangen konnte (Abb 2). Täglich wurden in den frühen Morgenstunden die Stangen abgehoben und das Tuch vermittels einer leichten Papprolle vorsichtig aufgerollt, um die Insekten nicht zu beschädigen. Die darunter befindlichen frisch geschlüpften Fliegen wurden sorgfältig abgelesen. Dann wurde alles wieder in seine alte Lage gebracht. Maximum-, Minimum- (Six-) Thermometer gaben die jeweiligen Tagestemperaturen für den Schlüpfverlauf in Fläche 115 L und 115 Br in 5 cm Bodentiefe an. Die Anordnung und Unterbringung der Thermometer zeigt Abb. 3.

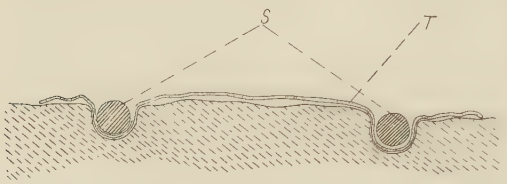


Abb. 2. Festlegung eines Tachinenschlüpftuches im Waldboden (Querschnitt). *T* Tuch, *S* Befestigungsstangen, die ein Entweichen unter dem Tuch geschlüpfter Insekten verhindern

Um nachzuprüfen, wie weit die Messungen der Bodentemperaturen an einer Stelle für eine größere Fläche Waldbodens gleicher Beschaffenheit gültig sind, wurden an

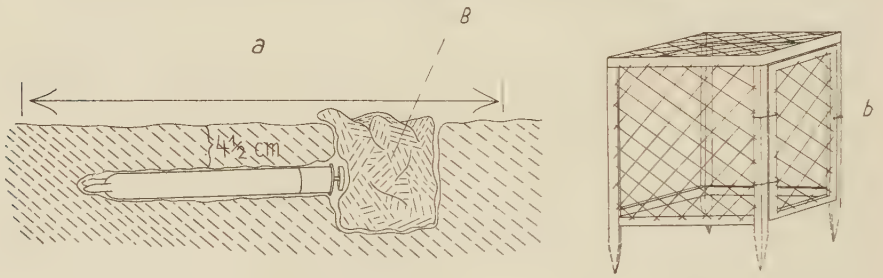


Abb. 3.

a Einsetzen eines Six-Thermometers im Waldboden zur Messung der Bodentemperatur. *B* Erdballen, der zum Ablesen der Temperatur entfernt und dann wieder eingesetzt wird. Der Pfeil gibt die Weite des über die Vorrichtung zu setzenden Temperaturhäuschens an. *b* Temperaturhäuschen aus Holzleisten und Maschendraht

einem Tage in einer Zeit möglichst gleichmäßiger Lufttemperatur Messungen mit schnell reagierenden Thermometern durchgeführt, und zwar in drei verschiedenen Bodentiefen. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 1. Es fällt auf, daß im Bruchboden die Unterschiede ziemlich erheblich sind. Nachprüfungen ergaben, daß diese vor allem davon abhängen, ob und in welchem Grade der tiefere Untergrund noch vereist ist. Im Sandboden des lichten Bestandes sind die Unterschiede wesentlich geringer, aber immer noch so hoch, daß man die mit einem Thermometer gemessenen Temperaturen nicht als allgemein gültig annehmen kann. Jedoch geben die Messungen genügenden Aufschluß über die Schwankungen der Bodentemperatur im Verlauf der Schlupfperiode.

Tabelle 1

Kontrolle der Bodentemperaturen an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Bodentiefen eines Standortes. Die zuerst gemessene Stelle ist am Schluß der Messungen ein zweites Mal kontrolliert, um etwa zeitlich bedingte Unterschiede nachzuprüfen. Die Reihenfolge in der Tabelle entspricht nicht der zeitlichen Reihenfolge.

Tabelle 1a

Bewuchs	Bärlapp								Moos		Kontrolle	M	Durchschnittl. Abweichung von M	Stärkste Abweichung
	1.	2.	3.	16^{00} Uhr 4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	16^{00} Uhr 4.			
Oberfläche .	5,3	4,7	5,7	**7,1**	4,4	5,1	6,2	4,0	5,3	5,0	**7,0**	5,3	0,6	1,8
Bodenbelag .	5,5	5,0	6,5	**8,0**	5,7	6,4	8,0	7,2	9,6	9,6	**8,0**	7,2	1,3	2,4
5 cm Tiefe .	1,1	0,6	5,1	**5,2**	3,0	4,3	4,4	4,6	6,8	6,8	**5,4**	4,2	1,6	3,6
10 cm Tiefe .	0,2	0,3	0,8	**0,8**	1,3	1,3	1,8	3,2	4,3	4,6	**0,7**	1,9	1,3	2,7

Tabelle 1b

Bewuchs	Gras	Ohne Bewuchs	Gras			Kontrolle	M	Durchschnittl. Abweichung von M	Stärkste Abweichung
	1.	2.	16^{00} Uhr 3.	4	5.	16^{00} Uhr 3.			
Bodenbelag . .	7,8	8,0	9,0	9,0	8,5	8,8	8,5	0,4	0,7
5 cm Tiefe . .	6,2	7,6	7,8	8,0	6,9	7,7	7,3	0,6	1,1
10 cm Tiefe . .	5,4	6,2	6,8	6,8	6,9	6,8	6,4	0,5	1,0

Tabelle 1c

Bewuchs	Gras				Ohne Bewuchs	Gras	Kontrolle	M	Durchschnittl. Abweichung von M	Stärkste Abweichung
	16^{30} Uhr 1.	2.	3.	4.	5.	6.	17^{00} Uhr 1.			
Bodenbelag . .	8,3	8,6	8,8	8,3	9,5	9,0	8,2	8,8	0,4	0,7
5 cm Tiefe . .	7,0	7,6	7,5	7,3	7,8	8,0	7,1	7,5	0,3	0,5
10 cm Tiefe . .	6,3	6,2	6,2	6,4	6,4	6,8	6,4	6,4	0,2	0,4

Tabelle 1a, Kontrolle in 115 Br am 26. April 1935 14^{00}—16^{00} Uhr, bei gleichmäßig trübem Wetter; Tabelle 1b im Jagen 115, nördlich 115 L um 16^{00}—16^{30} Uhr; Tabelle 1c in 115 L 16^{30}—17^{00} Uhr.

Schlupftücher werden in der oben beschriebenen Weise an drei Stellen der Heide, nämlich in 115 L, 115 Br und 88 a ausgelegt, jeweils vier an einem Ort in geringer Entfernung voneinander. Die Kontrolle begann in 115 L am 10. Mai, in 115 Br am 15. Mai, in 88 a am 21. Mai und war am 27. Juni beendet. Die Schlüpfkurven für 115 L und 115 Br zeigt Abb. 4. In 88 a schlüpfte nur ein Exemplar (30. Mai). Das Schlüpfen

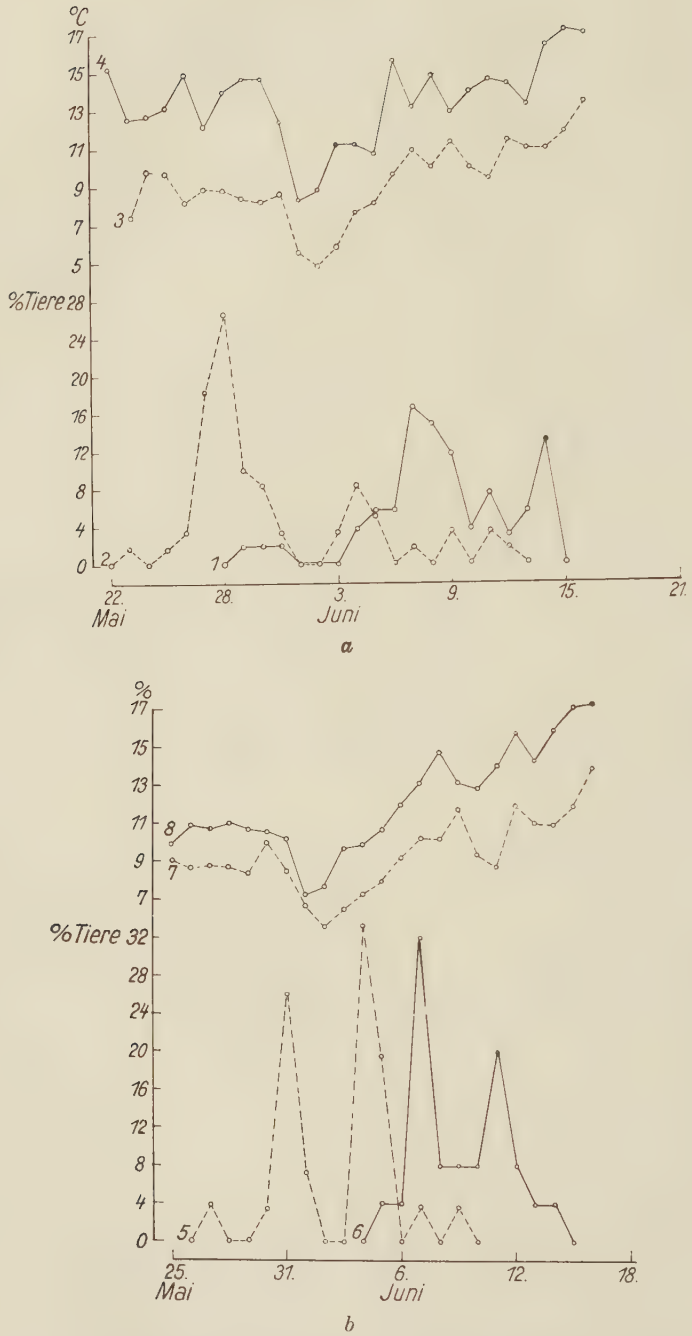


Abb. 4. Kurven des Schlüpfens der fertigen Fliegen von *Parasetigena segregata* aus dem Waldboden. *a* Schlüpffolge in der Versuchsfläche 115 L., *b* in 115 Br. 1 und 5 ♂♂, 2 und 6 ♀♀, 3 und 7 Tagesminima, 4 und 8 Tagesmaxima der Temperatur in 5 cm Bodentiefe. Abszisse: Datum, Ordinate: links oben Temperatur in ° Celsius, links unten % Tiere. n: in 115 L 54 ♀♀ 60 ♂♂, in 115 Br 25 ♀♀ 27 ♂♂

dauerte in 115 L 23 Tage, in 115 Br 19 Tage. Die ♂♂ kamen im Durchschnitt in 115 L 9,3 Tage, in 115 Br 6,6 Tage früher als die ♀♀. Im lichten Altholzbestande schlüpften die ♂♂ im Durchschnitt 3,2 Tage früher als im Bruch, die ♀♀ dagegen nur 0,3 Tage.

Das Geschlechtsverhältnis war in 115 L 54 ♀♀ : 60 ♂♂, in 115 Br 25 ♀♀ : 27 ♂♂, praktisch also 1 : 1 (genau 47,6 : 52,4 ± 11,6 %).

An einem Tage wurde durch stündliche Kontrollen der Tachinentücher nachgeprüft, zu welchen Tageszeiten die Imagines ausschlüpfen (Tab. 2). Frisch geschlüpfte Tiere waren nur in den Morgen- und Vor-

Tabelle 2

Stündliche Kontrolle der Tachinenschlupftücher in 115 L am 28. Mai 1935. Die gefundenen Fliegen sind mit ihrem Ausfärbungsgrad angegeben (Bezeichnung s. Tab. 3)

Zeit	Temperatur: Boden in 5 cm Tiefe	Temperatur: Bodenbelag	Temperatur: Luft	Gefundene Tachinen unter Angabe des Ausfärbungsgrades	Zeit	Temperatur: Boden in 5 cm Tiefe	Temperatur: Bodenbelag	Temperatur: Luft	Gefundene Tachinen unter Angabe des Ausfärbungsgrades
5^{45}	8,7	9,1	10.4		10^{45}	11,3		18,4	
6^{20}—7^{00}		.		b	11^{20}—11^{50}		.		k, k
6^{45}	8,8		12,3		11^{45}	14,2		18,2	
7^{20}—8^{00}		10,1		b, e, e	12^{20}—13^{00}		.		j, k, k, k
7^{45}	8,9		13,7		12^{45}	13,2	.	17,4	Bis 17,20 keine Fliege mehr gefunden
8^{20}—9^{00}		10,2		g	13^{15}	12,0	.	18,9	
8^{45}	9,1		15,8		14^{45}	11,7	.	17,4	
9^{20}—10^{00}		11,8		i	15^{45}	11,3	.	17,4	
9^{45}	9,8		17,5		16^{15}	11.0	.	16 3	
10^{20}—11^{00}		12,7		j, j, k	17^{45}	10,8	.	15,0	

mittagsstunden bis 10 Uhr zu finden, stärker ausgefärbte, vorher übersehene Exemplare bis 13 Uhr. Der Ausfärbungsgrad ist durch Buchstaben bezeichnet, deren Bedeutung Tabelle 3 erklärt. Weitere stündliche Suchen bis 18 Uhr verliefen ergebnislos. Die Fliegen schlüpfen also nur in den Morgen- und Vormittagsstunden.

Einige Exemplare wurden dazu verwendet, die Dauer der Ausfärbung zu bestimmen (Tab. 4). Die Aufstellung läßt erkennen, daß unter normalen Verhältnissen die Ausfärbung 2—3 Stunden in Anspruch nimmt.

2. Verhalten der Fliegen vor der Begattung

Die frisch aus der Tönnchenhülle gekrochenen Imagines sitzen bis zur Streckung der Flügel und vollen Ausfärbung ruhig im Bodenbewuchs; die ♀♀ werden bei der großen Anzahl von Tachinen, wie sie im Jagen 115

Tabelle 3

Bezeichnung der Ausfärbungsgrade bei *Parasetigena segregata*.

a Flügel noch nicht gestreckt, Stirnblase noch ausgestülpt.
b Stirnblase nicht mehr ausgestülpt.
c Flügel in der Streckung begriffen.
d Flügel fast fertig gestreckt, schräg aufwärts gestellt.
e Flügel gestreckt, Färbung noch hellbraun, Zeichnung angedeutet.
f Thorax grau werdend.
g Abdomen grau überflogen.
h Oberseite des Abdomens grau.
i Das Grau greift deutlich auf die Unterseite über.
j Hinterleib bis auf die Seitenflecken grau, Körper noch hell, später schwarze Stellen grau überlaufen.
k Ausgefärbt, Flügel noch trübe.
l Ausgefärbt, Flügel klar.

Tabelle 4

Dauer der Ausfärbung bei einigen frisch geschlüpften, im Bodenbewuchs sitzenden Tachinen. Die Ausfärbungsgrade sind nach Tabelle 3 in Buchstaben angegeben

Zeit	Temperatur	Fliege Nr. 1	2	3	4	5	6
6^{15}		b					
6^{30}		e					
6^{45}	12,3						
7^{00}							
7^{15}							
7^{30}							
7^{45}	13,7		b				
8^{00}			e			e	e
8^{15}		h		b	b		
8^{30}							
8^{45}	15,8	j	g	e	b	i	i
9^{00}		j	h	e	e	i	j
9^{15}		k	i	f	h	j	j
9^{30}		k	i	g	i	j	k
9^{45}	17,5			i	j		
10^{00}							
10^{15}				j	k		

Zeit	Temperatur	Fliege Nr. 1	2
7^{40}		e	
7^{45}			a
7^{50}	9,8		a—b
7^{55}		e	b
8^{00}			c
			d
			→ e
8^{05}			e
8^{10}		f	e
8^{15}	15,0		e
8^{20}			
8^{25}		g	
8^{30}			f
8^{35}			
8^{40}		g	
8^{45}			g
8^{50}			
8^{55}		g	
9^{00}			
9^{05}			
9^{10}		h	h

Zeit	Temperatur	Fliege Nr. 1	2
10^{03}		b	
10^{05}		b	
10^{07}		c	
10^{09}	22,5 Sonne	d—e	
10^{18}	20,1 Scha.	f	
10^{33}	18,2	f	
10^{48}	18,8	g	
11^{03}	19,5	g	
11^{07}			b
11^{18}		h	c
11^{25}			e
11^{33}		h	
11^{37}	19,3		e
11^{42}			f
11^{48}	18,5	i	
12^{03}	15,5	j	
12^{07}			g
12^{18}	16,4	k	
12^{22}			h
13^{50}			k

vorhanden war, meist schon während dieser Zeit von den ♂♂ begattet. Die ♂♂ beginnen, sobald sie ausgefärbt sind, die ♀♀ zur Begattung aufzusuchen.

Über das „Schwärmen" der ♂♂ und das Erscheinen der Tachinen im Freiland überhaupt liegen laufende Beobachtungen, hauptsächlich aus 115, vor. Ich entnehme meinem Notizbuch folgendes:

22. Mai. Ein Tag vor dem Schlüpfen der ersten Tachine unter den Schlupftüchern. Erster Tag mit starker Sonneneinstrahlung. Die Temperatur steigt bis zu 12,7° C im Schatten. Auf einer leicht südöstlich geneigten Bestandslichtung der Versuchsfläche 115 L findet sich eine Anzahl meist noch unausgefärbter Tachinen, sämtlich ♂♂ (10^{00} Uhr). Es sind etwa 25 Stück auf einem Raum von rund 5 × 6 m. In der ganzen Umgebung, auch auf dem Südhang, ist keine weitere Tachine zu finden. Um 11^{00} Uhr werden viele munter und fliegen in geradem Flug kurze Strecken bis etwa 20 m, meist aber viel weniger.

26. Mai. Die Zahl der Tachinen im Gelände hat um ein geringes zugenommen.

27. Mai. Unter den Tüchern in 115 L höchste Tagesschlüpfzahl. Trübwarmer Tag. Überall sieht man frische ♂♂ im Grase sitzen.

28. Mai. Von Sonnenaufgang an beginnt ein ♂ nach dem anderen zu schwärmen; um 10 Uhr ist die Schwärmdichte auf dem Höhepunkt angelangt. Das Fliegen macht noch nicht den Eindruck des systematischen Absuchens der Umgegend nach ♀♀. Viele ♂♂ setzen sich an die Baumstämme, kreisen zum Teil auch am Stamm entlang in die Höhe, keines jedoch über 6 m. Gegen 16^{00} Uhr läßt die Fluglust der Tachinen stark nach.

31. Mai. Zwei Tage nach dem ersten ♀♀-Schlüpfen. Seit 5^{00} Uhr schwärmen die Tachinen-♂♂ in großer Zahl am Boden, auf den sonnenbeschienenen Flecken in 115 L etwa 4 je Quadratmeter, im Bruch spärlicher, rund 1 je Quadratmeter.

1. Juni. Wetter: Schnee, Regen und Sonnenschein in steter Abwechslung. 9^{30} Uhr: Alle Tachinen sind klamm, kaum zur Bewegung zu bringen. 9^{50} Uhr: Ein ♀ am Baumstamm in $^1/_2$ m Höhe. 10^{15} Uhr: Lufttemperatur 6,5° C, Bodentemperatur 7,6° C. — Nachmittags gleiche Verhältnisse trotz beginnenden Sonnenscheins.

3. Juni. Zwischen halb und dreiviertel neun Uhr beim ersten klaren Sonnenschein beginnt plötzlich das Schwärmen der Tachinen-♂♂. Während sonst nachmittags bei heißem Wetter das Schwärmen aufhört und sich die ♂♂ zum größten Teil in die Baumkronen zurückziehen, ist heute bei geringerer Wärme den ganzen Tag lang ein gleichmäßig starkes Schwärmen zu beobachten.

5. Juni. Warmer Morgen mit trübem Himmel; gegen Mittag Sonnenschein und Schwüle. Die Tachinen-♂♂ schwärmen in großen Massen und sehr unruhig. ♀♀ sowohl wie ♂♂ treiben sich auch in den Bäumen umher. In den unteren Zweigen der langkronigen Fichten sitzen fast nur ♂♂.

6. Juni. Heißer schwüler Tag. Um 10^{00} Uhr sind die ♂♂ bei 21,3° Wärme äußerst lebhaft. Das Schwärmen scheint sich immer mehr in den Kronenraum auszudehnen.

8.—10. Juni. Der Hauptteil der Tachinen-♂♂ geht, sobald am Vormittag die Sonne prall scheint und der Bodenbewuchs trocken ist, in die Baumkronen, in denen dann den ganzen Tag ein sehr lebhaftes Summen zu hören ist.

11. Juni. Früh 8^{00} Uhr. Wie bisher sehr intensives Schwärmen, anfangs in der Hauptsache am Boden, später in den Bäumen. 8^{10} bis 8^{30} Uhr 20 Tachinen am Boden gefangen, und zwar alle beim Schwärmen. Ergebnis: Alles ♂♂. Ein ♀ beim Fang zweier schwärmender ♂♂ mit ins Netz geraten, hat daneben im Gras gesessen. — Baumbeobachtung: Was sich an schwärmenden Tachinen hat erkennen lassen, sind ausnahmslos ♂♂. Ein ♀ kommt direkt an den Stamm des Beobachtungsbaumes in etwa 15 m Höhe geflogen, setzt sich eine Zeitlang nieder und fliegt wieder weiter. Ein ♀ auf der Kanzel in 25 m Höhe gefangen.

12. Juni. Trübes Wetter, 18,4°. Starkes Schwärmen. 10^{10} bis 10^{20} Uhr 20 am Boden schwärmende Tachinen gefangen; alles ♂♂. Anschließend in der untersten Krone einer Fichte 15 Tachinen gefangen, die ebenfalls sämtlich ♂♂ sind.

14. Juni. Es wird die Schwärmweise der Tachinen in den Bäumen beobachtet. Die ♂♂ fliegen dicht an den Zweigen entlang in unregelmäßigem Zickzackflug, sich nur ab und zu für wenige Sekunden niedersetzend. Der Überflug von Zweig zu Zweig erfolgt mehr oder minder an der Stelle, wo der Flug am ersten Zweig entlang gerade beendet ist, meistens am Zweigende oder in Stammnähe. Die Unregelmäßigkeit des Fluges bringt es mit sich, daß nicht unbedingt der nächstliegende Zweig ausgesucht wird, sondern derjenige, auf dem die Fliege zufällig gerade ankommt. Besonders an der Außenseite der Krone geschieht es häufig, daß die Fliege eine größere Strecke zurücklegt, ohne einzelne Zweige systematisch abzusuchen. Die sehr wenigen ♀♀, die zu beobachten waren, flogen ziellos von einer beliebigen Stelle zur anderen, um dort meist längere Zeit zu verweilen, ab und zu ein wenig umherlaufend und mit dem Rüssel die Rinde oder die Nadeln betupfend.

18. Juni. Erster Tag nach Ende des Tachinenschlüpfens unter den Tüchern. Das Tachinenschwärmen in 115 L hat etwas abgenommen. In 115 Br geht es in unverminderter Stärke weiter. Hier sind noch ganz vereinzelt unausgefärbte ♀♀ zu sehen.

19. Juni. Die ♂♂ verteilen sich jetzt auf sämtliche Höhenschichten des Bestandes.

23. Juni. Das Taschinenschwärmen hat sich schon wesentlich verringert, vor allem in 115 L.

24. Juni. 10^{00}—10^{30} Uhr: 20 Tachinen in 115 Br am Boden gefangen, davon 19 ♂♂ und 1 ♀, letzteres nicht schwärmend.

26. Juni. Von Tachinen-♂♂ ist nicht mehr viel zu sehen.

27. Juni. In der Bruchgegend fliegen noch verhältnismäßig viele ♂♂ am Boden (7^{20} Uhr), im Lichtbestand nur noch vereinzelt. 9^{00}—9^{30} Uhr 20 Tachinen gefangen, sämtlich ♂♂.

1. Juli. Tachinen-♂♂ nicht mehr zu finden.

2. Juli. Es sind kaum noch Tachinen im ganzen kahlgefressenen Gebiet des Jagens 115 zu entdecken. Ein einstündiges Suchen bringt nur noch ein abgeflogenes ♂ zutage. — Am Rande des Kahlfraßgebietes liegt, durch eine Wiese abgegrenzt, ein grüngebliebener Fichtenhorst, in dem mehrere Nester der roten Waldameise (*F. rufa rufo pratensis* For.) liegen. Hier beobachtete ich auf einer Fichte eine Rindenlauskolonie (*Lachnus grossus* Kalt.), deren Ausscheidungen u. a. auch von *Parasetigena*-♀♀ aufgeleckt werden (siehe S. 121). Auf den Wipfeln dieses und der ihm nächststehenden Bäume werden auch einige ♀♀ entdeckt, die nach Nonnenraupen suchen. Wie die ♂♂, fliegen sie einzelne Zweige ab, jedoch langsamer und kürzere Strecken. Dazwischen setzen sie sich immer wieder und laufen ein paar Zentimeter ohne Hast hin und her.

3. Juli. Die gleichen Beobachtungen.

8. Juli. An gleichem Ort, 11^{00} Uhr bei trübem Wetter *Parasetigena*-♀♀ träge im Bodenbewuchs sitzend. 11^{30} Uhr: Der Besuch der Rindenlauskolonie durch Fliegen hat gegen die früheren Tage erheblich nachgelassen.

16. Juli. Keine *Parasetigena* mehr gefunden.

In den beschriebenen Beobachtungen sind zwei Tatsachen besonders auffällig: Erstens der Verzug der schwärmenden Tachinen-♂♂ im Laufe des Tages in die Baumkronen, nachdem sie morgens in der Hauptsache am Boden geschwärmt haben — und zwar in der Zeit des ♀♀-Schlüpfens. Ein Versuch, diese Erscheinung zu beantworten — Geruch des ♀, Temperatur, Luftströmungen u. a. könnten hier eine Rolle spielen —, muß so lange unterbleiben, bis reizphysiologische Untersuchungen Schlüsse zu ziehen gestatten. Ferner ist es merkwürdig, daß ausgefärbte ♀♀ im Halbfraßgebiet nur selten, im kahlgefressenen Bestande sogar überhaupt nicht mehr gefunden werden. Lediglich im grünen Bestand waren sie anzutreffen. Anscheinend steht dies mit Befunden in Zusammenhang, über die später (S. 133) berichtet wird.

Die Feststellungen der relativen und absoluten Anzahl von Tachinen am Untersuchungsort mußte sich auf die oben wiedergegebenen Beobachtungen beschränken. Ein zahlenmäßiges Erfassen der Zu- und Abnahme von *Parasetigena*-Imagines war nicht möglich. Die für nonnenbiologische Untersuchungen häufig verwandten Leimtafeln erwiesen sich — nach Feststellungen in Versuchsfläche Jagen 88a sowie auf der Kanzel im Jagen 148, Forstamt Warnen — als unbrauchbar. Die in den Notizen vom 14. Juni niedergelegten Beobachtungen über das Befliegen der Zweige

durch die Tachinen deuten an, in welcher Art eine erfolgreiche Methode denkbar ist. Eine solche soll im folgenden beschrieben werden:

Abb. 5. Einsetzen einer Leimleiste zum Abfangen anfliegender Tachinen in eine Fichte

In den Bäumen werden Holzleisten so am Stamm befestigt, daß sie zu diesem etwa denselben Winkel wie die umgebenden Äste bilden und mit der Spitze gerade noch aus den Ästen hervorragen (s. Abb. 5). Jede Leiste wird allseitig mit Leim bestrichen. Die Befestigung am Stamm muß beweglich eingerichtet sein, um das Absuchen zu erleichtern. Eine Kontrolle wäre etwa dreitägig durchzuführen.

3. Kopulation

Es wurden Untersuchungen darüber aufgenommen, wie lange der Kopulationsakt dauert und wie oft ein ♀ oder ♂ kopuliert. Außerdem wurden Vorversuche über Begattungswahrscheinlichkeit angestellt.

Das Untersuchungsmaterial wurde in sogenannten Kastenzwingern von 30 × 30 × 40 cm Größe, bestehend aus Holzrahmen mit Gazeverspannung und Zelluloidfenstern, untergebracht. In solche Käfige setzten wir je 1 bis 4 ♀♀ und ♂♂ zusammen. Eine Begattung kam im allgemeinen leicht zustande. Das Paar blieb bis zur Trennung ruhig sitzen, so daß man auch mehr als ein Paar in einem Zwinger leicht kontrollieren konnte.

Tabelle 5

Kopulationsdauer bei *Parasetigena segregata*, untersucht bei in Kastenzwingern eingesetzten Paaren

Laufende Nr.	Alter des ♀ in Tagen	Bisherige Kopulationen	Alter des ♂ in Tagen	Bisherige Kopulationen	Kontrollzeiten der Kopulation (diejenigen Zeiten, zu denen sie beobachtet wurde, haben unterstrichene Minutenziffern)	Mindestdauer in Min.
1	1	1	1	1	$9^{\underline{30}}$, $11.^{\underline{00}}$, $12^{\underline{30}}$, $14^{\underline{00}}$ Uhr	90
2	1	2	1	2	$14^{\underline{00}}$, $18^{\underline{10}}$, $20^{\underline{30}}$ Uhr	140
3	< 1	0	? (wild gef.)	?	$10^{\underline{45}}$, $11^{\underline{30}}$, $12^{\underline{15}}$ Uhr	45
4	< 1	0	„	?	$10^{\underline{45}}$, $11^{\underline{30}}$, $12^{\underline{15}}$ Uhr	45
5	1	0	10	2	$15^{\underline{30}}$—$17^{\underline{50}}$ Uhr	140
6	< 1	0	13	3	$11^{\underline{00}}$, $12^{\underline{30}}$, $14^{\underline{00}}$, 18^{10} Uhr	90
7	< 1	0	13	2	$11^{\underline{00}}$, $12^{\underline{30}}$, $14^{\underline{00}}$, $18^{\underline{10}}$, 20^{30} Uhr	340
8	1	0	21	0	$16^{\underline{00}}$, $17^{\underline{00}}$, $18^{\underline{15}}$ Uhr	135
9	1	0	22	1	$7^{\underline{30}}$, $8^{\underline{30}}$, $9^{\underline{30}}$ Uhr	180
10	1	0	15	4	$7^{\underline{30}}$, $8^{\underline{30}}$, 9^{30} Uhr	60
11	20	0	? (wild gef.)	?	$10^{\underline{20}}$, $10^{\underline{30}}$, $11^{\underline{00}}$, $11^{\underline{30}}$, $12^{\underline{00}}$, $12^{\underline{30}}$, $13^{\underline{00}}$, $13^{\underline{15}}$ Uhr	150
12	4	0	„	?	$9^{\underline{00}}$, $10^{\underline{45}}$, $11^{\underline{30}}$, $12^{\underline{15}}$ Uhr	150
					Im Mittel:	130

Die Ergebnisse gibt Tab. 5 wieder. Der Begattungsakt dauerte danach im Mittel 130 Minuten, im Höchstfall gegen 6 Stunden, also länger als Prell (6) angibt, dessen Fliegen aber aus einem Zusammenbruchsjahr stammten und kleiner waren. Die ♂♂ kopulierten so oft, wie sie Gelegenheit bekamen, ein ♂ fünfmal innerhalb von 5 Tagen. Die ♀♀ kopulierten in einigen Fällen ebenfalls mehr als einmal, merkwürdigerweise aber immer nur mit demselben ♂. In sämtlichen Fällen, in denen ein neues ♂ zugesetzt wurde, zeigte sich das ♀ ablehnend.

Zur Feststellung der Begattungswahrscheinlichkeit wurden in einem dicht und einem dünn besiedelten Gebiet (115 L bzw. 88, 300 m nördlich der Hauptversuchsfläche) frische, unausgefärbte ♀♀ ausgesetzt und beobachtet, wieviel ♂♂ mit ihnen zu kopulieren versuchten bzw. an ihnen vorbeiflogen, ohne sie zu bemerken. Der Beobachter legte sich auf den Boden, etwa $^3/_4$ m vor sich ein möglichst frisches, unausgefärbtes ♀. Alle ♂♂, die innerhalb 20 cm Umkreis vorbeikamen, wurden als „vorbeigeflogen" registriert, solche, die mit dem ♀ eine Paarung eingingen, als „kopuliert" aufgeschrieben und sofort wieder abgenommen, sobald sie ruhig auf dem ♀ saßen.

Ich entnehme meinem Notizbuch folgendes:

Beobachtung in 115 L: 11. Juni 8^{50} Uhr ein ♀ im Ausfärbungszustande „e" im Grase auf 115 L ausgesetzt. Temperatur 17,7 ° C. Das ♀ fliegt um 10^{52} Uhr mit noch nicht völlig klaren Flügeln fort. Temperatur 21 ° C. Während dieser 2 Stunden wurde das ♀ an einer Stelle, auf der etwa 3 ♂♂ je Quadratmeter geschlüpft waren, von 5 ♂♂ zur Begattung aufgesucht. 28 ♂♂ flogen am ♀ vorbei, ohne daß eine Begattung zustande kam, davon 25, ohne es überhaupt zu beachten. Von den restlichen versuchten 2 zu kopulieren, flogen aber gleich wieder ab, das dritte flog erst ganz nahe am ♀ vorbei, kehrte nach 10 cm wieder zurück, flog dann aber doch wieder weiter.

Die Wahrscheinlichkeit, daß ein innerhalb von 20 cm Umkreis vorbeifliegendes ♂ ein ♀ findet, ist hier also relativ gering. Andererseits ist die Wahrscheinlichkeit, daß in einem derartig dicht besiedelten Gebiet wie 115 L ein ♀ überhaupt befruchtet wird, hundertprozentig.

Beobachtung in 88a: 16. Juni. 3 frische noch unausgefärbte ♀♀ in $1^1/_2$ m Entfernung voneinander im Grase ausgesetzt.

8^{15}—12^{00} Uhr.

Erstes ♀: 1 ♂ in 50 cm, 1 ♂ in 30 cm, 2 ♂♂ in weniger als 20 cm Entfernung verbeigeflogen. Keine Kopula.

Zweites ♀: 1 ♂ setzt sich eine Minute in die Nähe, dann fliegen beide ab und begatten sich unweit meines Standortes.

Drittes ♀: Kein ♂ vorbeigekommen.

In der Gegend der Beobachtungsstelle sind 0,4 ♂♂ auf den Quadratmeter geschlüpft. In einem sehr großen Teil des Jagens ist der Tachinentönnchenbelag aber viel geringer (0,025 im geringsten Falle), so daß die Flugdichte am Ort der Beobachtung mit weniger als 0,4 ♂♂ je Quadratmeter anzunehmen ist.

Wenn wir die Beobachtungen dieser drei ♀♀ aneinanderreihen und dann als eine Beobachtung werten, so flogen hier an 1 ♀ in 10,25 Stunden 3 ♂♂ vorbei, von denen eines zur Begattung bereit ist. Die Begattungswahrscheinlichkeit ist also theoretisch immer noch 100 %. Das Ergebnis ist natürlich, vor allem bei dem geringen Zahlenmaterial, nur mit großer Vorsicht aufzunehmen.

4. Ortswechsel

Für die Verbreitung des Schmarotzers im Kalamitätsgebiet ist von ausschlaggebender Bedeutung, wie weit der Flugbereich eines einzelnen Individuums geht. Um darüber Aufschlüsse zu erhalten, wurden mehrfach ♂♂ auf möglichst lange Zeit verfolgt und festgestellt, welche Entfernungen sie beim Schwärmflug in der Zeiteinheit zurücklegen.

Es kann hier der Einwand erhoben werden, daß der Beobachter das Tier durch seine Anwesenheit beunruhigt, die Methode ist jedoch bei genügender Sorgfalt durchaus brauchbar.

Beim Bodenschwärmen ist das Einhalten einer bestimmten Richtung nicht von vornherein kenntlich, tritt aber nach längerer Beobachtung deutlich zutage. Die Flugstrecken mehrerer ♂♂ zeigen keine einheitliche Richtung. An eine Orientierung nach der Sonne oder anderem ist also nicht zu denken. Eine gemeinsame Flugrichtung wird lediglich dort eingehalten, wo die Boden- und Bewuchsverhältnisse den Weg vorzeichnen.

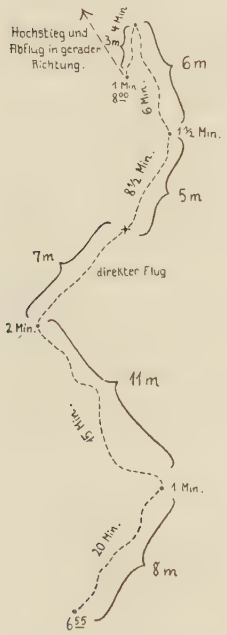


Abb. 6.
Flugstrecke eines schwärmenden Männchens von *Paraseti-gena segregata*. Die größeren Pausen sind durch Punkte mit Angabe der Dauer angegeben. Kleinere Pausen von weniger als 10 Sekunden sind nicht berücksichtigt

Folgende Beobachtungen wurden gemacht:

31. Mai. Wetter: sonnig. Temperatur 14°, steigt auf 16°. 6^{55}—8^{00} Uhr.

Erstes ♂: Flugstrecken und Zeiten s. Abb. 6. Gesamte Strecke 40 m in 65 Min., Luftlinie 29,5 m.

15. Juni. Wetter: warm und sonnig, Himmel fast wolkenlos. Schwärmbeobachtungen am Boden.

Zweites ♂: 9^{35}—9^{40} Uhr. 16 m in großer U-förmiger Kurve, dann am Stamm $1^1/_2$ m hoch- und fortgeflogen.

Drittes ♂: 10^{12}—10^{19} Uhr. 12 m in Zickzackkurve, dann am Stamm 1 m hoch- und zur Erde geflogen.

Viertes ♂: 10^{28}—10^{40} Uhr. 25 m in zwei großen Kurven. Dann direkt aus dem Gras hoch- und fortgeflogen.

17. Juni. Wetter: Bedeckter Himmel, später aufklarend. Temperatur 17°. Beobachtung s. Tab. 6.

Tabelle 6

Flugzeiten: Schwärmen der Tachinen.

a und b: Flugzeiten zweier am 17. Juli beobachteter Tachinen.

c: Gesamtstrecken der beobachteten ♂♂.

a: Fünftes ♂: Beginn der Beobachtung 9^{50} Uhr (17. Juni).

Nach	5 Min.	10 m	geflogen
„	10 „	7 „	dazu
„	15 „	11 „	„
„	20 „	9 „	„
„	25 „	18 „	„
„	30 „	13 „	„
„	35 „	11 „	„
„	40 „	12 „	„
„	45 „	13 „	„
„	50 „	6 „	„
„	55 „	4 „	„
„	60 „	5 „	„
In 1 Stunde		119 m	zurückgelegt.

b) Sechstes ♂: Beginn der Beobachtung 11^{00} Uhr (17. Juni).

Nach	5 Min.	9 m	geflogen
„	10 „	10 „	dazu
„	15 „	13 „	„
„	20 „	13 „	„
„	25 „	6 „	„
„	30 „	4 „	„
„	35 „	8 „	„
In 35 Min.		63 m	zurückgelegt.

c) Gesamtstrecken der beobachteten ♂♂.

1. ♂:	40 m	Gesamtstrecke	29,5 m	Luftlinie	in	65	Min.
2. ♂:	16 „	„			„	5	„
3. ♂:	12 „	„			„	7	„
4. ♂:	25 „	„			„	12	„
5. ♂:	119 „	„	90 „	„	„	60	„
6. ♂:	63 „	„	60 „	„	„	35	„
	275 m	Gesamtstrecke			in	184	Min.
			179,5 m	Luftlinie	„	160	„

Es kämen hier also 1,5 m auf die Minute Flugstrecke bzw. 1,12 m Luftlinie. Damit ist wahrscheinlich gemacht, daß die ♂♂ von *Parasetigena segregata* allein im Schwärmflug Strecken von mehreren hundert Metern zurücklegen. Diese Tatsache spricht dafür, daß sie sich bei lokalem Vorkommen im Laufe der Zeit auf ein größeres Gebiet verbreiten und in Gebieten mit wechselndem Befall ein Ausgleich der Mengenverhältnisse

stattfindet. Aus welcher Entfernung die ♀♀ wahrgenommen werden, wäre noch durch besondere Versuche zu klären.

5. Lebensdauer der Imagines

Von den in den Gazezwingern gehaltenen Tachinen konnte ein großer Teil aus Gründen unvollkommener Ernährung nicht bis an das natürliche Lebensende gehalten werden. Doch liegen Angaben über einige Tiere vor, bei denen man mit gutem Grunde annehmen kann, daß sie nicht vorzeitig verendet sind. Eine Übersicht über die Lebensdauer derjenigen ♂♂ und ♀♀, die nicht offensichtlich an Nahrungsschwierigkeiten oder Wassermangel eingegangen sind, zeigt Tabelle 7 bzw. 8. Bei den ♂♂ ergibt sich ein Durchschnitt von 27 Tagen, bei den ♀♀ ein solcher von 36 Tagen.

Tabelle 7

Lebensdauer im Zwinger gehaltener ♂♂ von *Parasetigena segregata*

Lfd. Nr.	Lebenszeit	Lebensdauer in Tagen	Tagesmitteltemperatur
1	23. 5.—12. 6.	20	13,9
2	30. 5.—18. 6.	23	14,6
3	24. 5.—20. 6.	27	14,9
4	31. 5.—27. 6.	27	16,9
5	30. 5.—26. 6.	27	16,7
6	30. 5.—29. 6.	30	16,6
7	26. 5.—28. 6.	33	16,2
	im Mittel	26,9	**15,7**

Tabelle 8

Lebensdauer im Zwinger gehaltener ♀♀ von *Parasetigena segregata*

Lfd. Nr.	Lebenszeit	Lebensdauer in Tagen	Tagesmitteltemperatur
1	14. 6.—11. 7.	27	17,2
2	8. 6.— 6 7.	28	16,2
3	8. 6.— 7. 7.	29	16,1
4	8. 6.— 7. 7.	29	16,1
5	29. 5.— 1. 7.	34	16,5
6	14. 6 —25. 7.	41	14,9
7	8. 6.—25. 7.	47	15,0
8	12. 6.— 3. 8.	52	15,1
	im Mittel	35,9	**15,9**

Das Alter gefangener Insekten ist jedoch nicht mit dem frei lebender zu vergleichen. Deshalb kommt den Zwingerversuchen nur eine begrenzte Bedeutung zu. Nach meinen Beobachtungen erreichten frei lebende ♂♂ ein durchschnittliches Alter von etwa 3 Wochen. Die ♀♀ leben wahrscheinlich entsprechend länger.

6. Ernährung der Fliegen

Einblicke darüber, wovon sich die Imagines in der Freiheit ernähren, waren schwer zu gewinnen. Man sah zwar immer wieder, wie die Fliegen ab und zu Rinde, Zweige, Nadeln oder jede andere Unterlage, auf der sie sich befanden, mit dem Rüssel betupften. Es war jedoch nicht zu klären, ob die Nährstoffe, die sie auf diese Weise zufällig finden, zu ihrer Erhaltung ausreichen. Jedenfalls ließen sich gefangene Tiere nicht ohne künstliche Nahrungszufuhr am Leben halten, auch wenn in die Zwinger Zweige eingeschlossen waren. Über die Aufnahme besonderer Nahrung durch freilebende Tiere liegt nur eine sichere Beobachtung vor, und zwar die

von der Rindenlauskolonie (siehe S. 115). Die Ausscheidungen der Rindenläuse *Lachnus grossus* Kalt. wurden von einer Anzahl *Parasetigena*-♀♀ eifrig aufgeleckt, im Verein mit vielen anderen Insekten, besonders Fliegen und Schlupfwespen. Über eine vom Beobachter auseinandergerissene Nonnenraupe fielen die Tachinen sofort in Menge her, um den Körpersaft aufzusaugen, anscheinend in erster Linie um der Feuchtigkeit willen.

Daß *Parasetigena* gegen Wassermangel sehr empfindlich ist, konnte allgemein auch in Rominten beobachtet werden. In Gefangenschaft gehaltene Tachinen gingen, wenn sie nicht genügend mit Wasser versorgt wurden, binnen kürzester Zeit ein. Merkwürdigerweise kamen niemals freilebende Tachinen an die stets feuchten Polster von Gras, Moos und Bärlapp in den Brüchern, auch in der heißesten und trockensten Zeit nicht. Dagegen konnte man ab und zu sehen, wie taufeuchte Moospolster am Fuße der Bäume abgetupft wurden. Eine Beobachtung darüber, daß sich Tachinen an einer solchen Stelle zum Zwecke der Feuchtigkeits- (vielleicht auch Nahrungs-?) Aufnahme anhäufen, liegt vom 29. Mai 1935 vor:

10^{00} Uhr: Auf einer Strecke von 320 m am Ostrand des Jagens 108 Nassawen sind lediglich 6 *Parasetigena*-♂♂ zu finden. Aber auf einem besonnten Fleck am Fuße einer Fichte sitzen 18 ♂♂ der Nonnentachine im feuchten Moos und betupfen es eifrig mit dem Rüssel. Sie suchen von vornherein nur sonnige Flecke auf, schattige werden vermieden.

11^{10} Uhr ist der Moosfleck nur schwach in schräger Richtung von Sonnenstrahlen getroffen. Es sitzt keine einzige Tachine mehr da.

Am 8. Juli und 10. Juli beobachtete ich am Fuße der bereits genannten Rindenlausfichte auf dem Sand und ein paar Steinen am Rande einer Pfütze *Parasetigena*-♀♀, die eifrig die Feuchtigkeit auflecken und dann wieder davonfliegen.

Für die Haltung von Tachinen in Zwingern spielt auch beim Freilandversuch die Nahrungs- und Wasserversorgung eine äußerst wichtige Rolle. Schwierigkeiten in dieser Richtung waren auch die Ursache, warum die meisten Tachinen bisher vorzeitig eingingen. Die Ernährung mit Zucker und Wasser allein genügt nicht, wahrscheinlich deshalb, weil Eiweißnahrung fehlt (Prell [6]). Eine Zugabe aufgeschnittener Nonnenraupen, die seit dem 3. Juli den noch lebenden ♀♀ gereicht wurden, hätte diesem Übelstande abhelfen können. Die Versorgung mit Nahrung und Flüssigkeit müßte demnach folgendermaßen geschehen:

1. Zucker und Wasser müssen, wie schon Prell (6) hervorhob, getrennt gereicht werden, der Zucker kann unbefeuchtet bleiben.

2. Wasser darf nicht offen gegeben werden. Am besten nimmt man ein kleines Reagenzgläschen, das locker mit einem Watte- und Stoffbausch verschlossen wird, und zwar so, daß er stets vollkommen feucht bleibt. Das Gläschen wird an der Zwingerwand befestigt.

3. Es muß auch Erweißnahrung zur Verfügung stehen. Zu diesem Zweck werden am besten Nonnenraupen, oder wenn diese nicht vorhanden sind, andere Insekten aufgeschnitten und in den Zwinger gelegt.

7. Feinde der Imagines

Für ein zahlenmäßiges Erfassen der von tierischen Feinden vertilgten Tachinen ließ sich bisher keine brauchbare Methode finden. Durch Be-

obachtung wurde festgestellt, daß in erster Linie verschiedenerlei Vögel,[1]) Libellen, die in Menge vorkamen, sowie Spinnen an ihrer Vernichtung beteiligt waren, jedoch anscheinend ohne sie nennenswert zu dezimieren.

8. Eientwicklung und Eiablage

Nach der Kopulation setzt beim ♀ die Latenzperiode ein, diejenige Zeit, in der die ersten Eier die Legreife erreichen. Sie dauert nach Prell (6) 8—14 Tage. Leider konnte keine größere Versuchsreihe zur Feststellung der Latenzperiode angesetzt werden. Die drei durchbeobachteten ♀♀, legten 8, 9 und 10 Tage nach der Kopulation die ersten Eier ab.

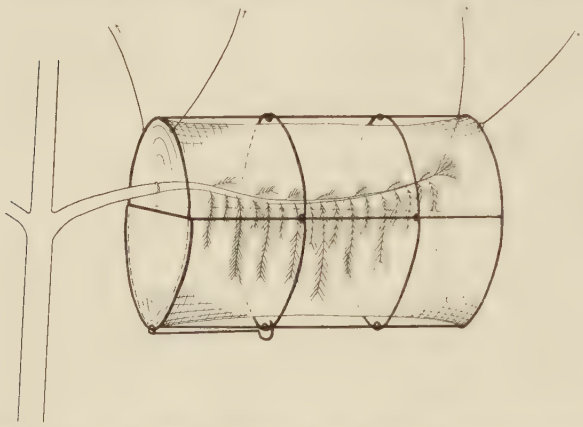


Abb. 7. Gazezwinger mit Drahtgerüst, zum Halten von Nonnenraupen und deren Schmarotzern im Freiland

Um den Vorgang der Eiablage durch das Tachinen-♀ kennen zu lernen, sowie um festzustellen, wieviel Eier eine Tachine überhaupt ablegt und welche Raupen dazu ausgewählt werden, wurde eine Anzahl zylinderförmiger Stoffgazekäfige, sogenannte Trommelzwinger, an der Kanzel in Jagen 115 aufgehängt (s. Abb. 1 und 7).

Tabelle 9

Anzahl der Eier, die von einzelnen Parasetigena-♀♀

Datum	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	1.	2.	3.	4.
	Juni																						
Tagesmitteltemperatur	14.0	14,0	17,4	20,4	18,3	16,6	13.4	16,4	14,9	16.9	18,9	21,8	23,8	22,0	20,4	18,1	16,9	.	.	17,2	19.2	18,1	16,9
U 1	0	2	12	4	5	11	4	7	0	0	3	17	2										
U 2						0	0	0	0	0	1	2	4	9	13	6	6	0	1	8			
U 3													0	3	5	4	10	0	6	21	2	33	4
U 4																							
U 6														7	3	17	7	1	0	8	12	8	17

[1]) Ich verweise hier auf die Arbeiten von Steinfatt (7—11). Der Anteil der „Fliegen“ an der Nahrung ist überall groß. Bei Buchfink und Grauschnäpper wird *P. segregata* von Steinfatt besondert genannt. Es ist aber kein Zweifel, daß bei der großen Tachinenzahl im Revier auch die anderen Kleinvögel eifrig Raupenfliegen vertilgen.

Als Material für die Zwingerwandung diente der bereits beim Fliegenschlüpfen verwandte Gazestoff. Um genauere Beobachtungen möglich zu machen, wurden bei einigen Zwingern Zelluloidfenster eingesetzt. Jeder Käfig wurde um einen lebenden Fichtenast gehängt und fest mit diesem verbunden, so daß keine Raupe in den Zwinger eindringen oder ihn verlassen konnte. Die meisten Käfige hatten $^1/_2$ cbm Rauminhalt. Außerdem wurden kleine kastenförmige „Umsatz"zwinger von $30 \times 30 \times 40$ cm verwandt (Abb. 8).

Der Akt der Eiablage der Tachine an die Nonnenraupe ist ausführlich von Prell (6) beschrieben und konnte in Rominten öfters in gleicher Art beobachtet werden. Das Tachinen-♀ erspäht eine sich bewegende Nonnenraupe auf Entfernungen bis etwa 40 cm, kommt eilig herzu, bewegt sich in kurzen seitlichen Sätzen vor der Raupe hin und her, den Kopf derselben zugewandt. Plötzlich fliegt das ♀ die Raupe an und legt blitzschnell ein Ei an ihr ab. Prell (6) beschreibt, daß die Nonnentachine dann sofort davonfliegt; in Rominten beobachtete ich häufig, daß sie erst eine Weile in der Nähe sitzen bleibt.

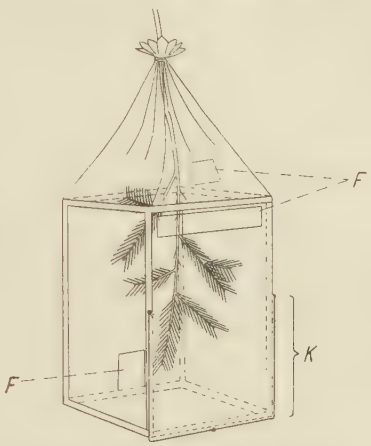


Abb. 8. Umsatzzwinger aus Gazestoff mit Holzverspannung. Für Eizahluntersuchungen bei *Parasetigena*, die ein tägliches Herausnehmen und Wiedereinsetzen von Nonnenraupen erfordern. *K* Verschlußklappe, *F* Beobachtungsfenster aus Zelluloid

Folgende Methode diente zur Feststellung der Eizahl, die ein Tachinen-♀ täglich und während seines Lebens ablegt:

Die Fliegen-♀♀ kamen einzeln in Umsatzzwinger mit je 20 Raupen zusammen.

im Verlauf der Legeperiode abgelegt wurden.

Juli																					Eier	Tage der Eiablage	Durchschnittl. Anzahl täglich abgelegter Eier
5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.			
14,2	10,8	13,2	13,4	14,4	12,0	14,2	15,0	15,0	10,7	13,8	14,2	15,7	14,5	14,2	15,7	15,0	12,5	11,0	16,6	15,2	n		
																					67	12	5,6
																					52	10	5,2
6	1	1	5	1	4	10	25	4	1	8	6	10	9	2	8	0	1	11	5	12	218	32	6,8
0	1	3	6	0	6	0	1	2	0	11	3	7	6	5	1	0	2	12	7	0	73	19	3,8
22	1	4	11	2	3	1	10	25	4	1	8										124	16	7,8
																					534	89	6,0

Je ein zweiter Umsatzzwinger wurde am selben Tag ebenfalls mit 20 Raupen besetzt. In diesen brachten wir das Weibchen am Morgen des folgenden Tages. Die Raupen des ersten Zwingers wurden dann auf Tachineneier untersucht. An ihrer Stelle kamen frische Raupen für den Umsatz am nächsten Tage, usw.

Von den zu diesen Versuchen verwendeten ♀♀ blieben nur drei länger als vier Wochen am Leben. Die anderen gingen vorher wegen Ernährungsschwierigkeiten zugrunde. Auch die erwähnten drei starben, bevor alle Eier abgelegt waren. Ob hier der natürliche Alterstod vor Ablage sämtlicher Eier eingetreten ist, läßt sich nicht entscheiden. Die Anzahl abgelegter Eier von 5 ♀♀ zeigt Tab. 9. Die höchste erreichte Eizahl ist 218, die höchste Tagesablage beläuft sich auf 33, der Tagesdurchschnitt beträgt 6,0 Eier. Die Ergebnisse ähneln weitgehend denjenigen Prells, der als entsprechende Werte 181, 28 und 4,6 Eier angibt.

Die Temperaturen wurden in der Hauptversuchsfläche in Jagen 88a, rund 5 km von Jagen 115 entfernt, gemessen. Um nachzuweisen, daß diese auch für Jagen 115 gültig sind, wurden während einer Woche zum Vergleich an drei Stellen der Kanzel Thermometer angebracht und die Temperaturen zu den gleichen drei Tageszeiten wie auf 88a gemessen. Diese wiesen unter sich zum Teil größere Unterschiede als gegenüber 88a auf. Dasjenige Thermometer, das in entsprechender Weise wie in 88a angebracht war, zeigte im Durchschnitt folgende Abweichungen:

um 6^{30} Uhr . . . . . $+0{,}1^{\circ}$ C
um 13^{30} Uhr . . . . . $-0{,}3^{\circ}$ C
um 20^{30} Uhr . . . . . $+0{,}2^{\circ}$ C

Auch die anderen beiden Instrumente ergaben ähnliche Vergleiche. Die Differenz im Tagesmittel ist also sehr geringfügig.

Eine Temperaturabhängigkeit ist zu erkennen und wird besonders deutlich durch Tab. 10.

Tabelle 10

Temperatur und Eiablage von *Parasetigena segregata*

Temperatur °C von	bis	Tägliche Eiablage M ± m
10°	12°	3,9 ± 1,6
12°	14°	4,3 ± 0,8
14°	16°	6,3 ± 1,2
16°	18°	8,1 ± 1,4
18°	20°	10,0 ± 3,0
20°	22°	7,3 ± 2,2
22°	24°	5,0 ± 1,2

Die festgestellte Eizahl der ♀♀ läßt wegen der geringen Beobachtungsgrundlage und starken Streuung keine weitgehenden Schlüsse zu. Der Mittelwert der Umsatzzwinger U 1, U 2, U 3 und U 6 ergibt 115 (± m 32) Eier je Weibchen. U 4 muß für die Mittelbildung ausfallen, da er ein ♀ enthielt, das nach der Kopulation am 8. Juni bis zum 5. Juli isoliert, ohne die Möglichkeit Raupen zu belegen, gehalten wurde. Es ist wahrscheinlich, daß dies die Gesamteiablage ungünstig beeinflußt hat.

Die beschriebene, im Jahre 1935 verwandte Untersuchungsmethode bedarf verschiedener Verbesserungen. Um brauchbare Zahlen zu bekommen, muß zunächst die Nahrungs- und Wasserversorgung so sein, daß sich die Tiere genügend lange halten lassen. Die in einem früheren Abschnitt beschriebene, im Juli zuletzt noch durchgeführte Art

und Weise dürfte weitgehend dieser Forderung entsprechen. Weiterhin muß es möglich sein, größere Mengen von Tachinen-♀♀ auf einmal zu züchten. Dies ließe sich auf folgende Weise erreichen:

Die ♀♀ werden in kleineren Gazezwingern von etwa 10 × 10 × 15 cm untergebracht, die reihenweise aneinandergearbeitet sind. Hier wären die „Wabenzwinger" (siehe Mors [5]), die für die Untersuchung der Eizahl der Nonne angefertigt wurden, verwendbar. Schon Prell (6) berichtet, daß sich die Fliegen in kleinen Käfigen besser halten als in großen, eine Feststellung, die auch in Rominten bestätigt werden konnte. In die Zellen der Wabenzwinger würden je 5 Raupen täglich ohne Futter einzusetzen sein. Da auch unsere Versuche bewiesen haben, daß Hunger die Aktivität der Raupen erhöht, wird es dadurch der Fliege leichter, ihre Opfer zu finden; die Wahrscheinlichkeit, daß sie ihren gesamten Vorrat an legereifen Eiern täglich absetzt, ist damit gegeben. Vor dem Auswechseln der Raupen muß die Tachine mit einem Reagenzglas, das durch eine verschließbare Öffnung durchgesteckt wird, abgefangen werden.

9. Auswahl des Raupenmaterials durch die Tachine

Die zur Tachinierung in die Umsatzzwinger eingesetzten Raupen wurden nach Häutungen ausgewählt. Es wurden nach Möglichkeit mehrere Stadien zugleich eingesetzt, um später feststellen zu können, ob einzelne Entwicklungszustände von den Tachinen-♀♀ bevorzugt werden. Das in der Umgebung zur Verfügung stehende Raupenmaterial erlaubte gewöhnlich nur zwei Stadien auf einmal einzusetzen. Da die Tachine, wie Beobachtungen von Prell (6) und solche in Rominten eindeutig zeigten, nur auf sich lebhaft bewegende Raupen reagiert, wurden nach Möglichkeit die trägen, kurz vor der Häutung stehenden Raupen nicht mit verwendet.

Die Eiablage eines Tachinen-♀ an verschieden alten Raupen zeigt Tabelle 11. Die Bevorzugung der jeweils älteren Stadien kommt deutlich zum Ausdruck. In der Tabelle sind auch die wenigen kurz vor der Häutung stehenden Raupen mit enthalten. Um Fehler, die dadurch entstehen können, zu vermeiden, wurden in einer zweiten Aufstellung (Tabelle 12)

Tabelle 11

Vergleich der Eizahlen, die im Umsatzzwinger von *Parasetigena*-♀♀ an die Raupen verschiedener Stadien abgelegt werden

Versuchszwinger (mit je 1 Fliege besetzt)	Der Fliege angebotene Raupenstadien der Nonne	Anzahl Raupen	Anzahl der an den Raupen abgelegten Eier	Durchschnittliche Eizahl je Raupe
U_1	II	31	0	—
	III	103	27	0,26
	IV	78	40	0,5
	V	5	0	—
U_2	III	13	0	—
	IV	84	8	0,1
	V	109	42	0,39
U_3	III	1	0	—
	IV	65	3	0,05
	V	83	44	0,54
	Präpuppen	3	2	—

diese Raupen fortgelassen. Auch hier zeigt sich eindeutig, daß bei Vorhandensein mehrerer Stadien das jeweils ältere bevorzugt wird.

Tabelle 12

Eiablage der Tachinen-♀♀ an verschieden alte Nonnenraupen. Die kurz vor der Häutung stehenden Raupen sind hier fortgelassen

Häutungs-stadien	Anzahl gebotener Raupen	Davon mit Eiern belegt	Im Mittel abgelegte Eier je Raupe
III : IV	37 : 28	2 : 20	0,05 : 0,71
IV : V	95 : 113	9 : 71	0,09 : 0,64

Die Feststellungen von Prell (6), daß von der Ablage des Eies bis zum Schlüpfen der Made aus dem Ei 24 Stunden bis mehrere Tage vergehen, machen es wahrscheinlich, daß ein Teil der Eier mit der Raupenhaut abgestreift wird, bevor die Made ausgeschlüpft ist. Untersuchungen, wie viele Maden auf diese Weise zugrunde gehen, konnten noch nicht durchgeführt werden. Eine Methode dafür sei an dieser Stelle vorgeschlagen.

An bestimmten Tagen werden tachinierte Raupen der Stadien II, III und IV, die kurz vor der Häutung stehen und daher unbeweglich sitzen, sowie Vorpuppen von den Bäumen gesammelt. Das Zweigende, auf dem sie sitzen, wird vorsichtig abgeschnitten und mit einer Reißzwecke an ein Brett geheftet, so daß die Raupe bzw. Vorpuppe nicht beunruhigt wird. Die besteckten Bretter werden etagenweise in einen entsprechend mit Tragleisten versehenen Zwinger eingeschoben und müssen täglich zweimal kontrolliert werden. Sobald eine Raupe die Exuvie abgestreift hat, werden von der Raupenhaut die Tachineneier abgesucht und geprüft, ob die Fliegenmade schon geschlüpft ist.

10. Die Entwicklung der Made

Die den Umsatzzwingern entnommenen tachinierten Raupen wurden nach Stadien zum Teil auch nach der Zahl der an ihnen abgelegten Eier getrennt in die großen Trommelzwinger eingesetzt, um an ihnen Sterblichkeit und Entwicklungsdauer der Made zu untersuchen. Leider war es nicht möglich, Ergebnisse zu erhalten. Zunächst nagten nach erfolgtem Kahlfraß hungernde Raupen von außen her die Stoffgaze an und drangen in die Zwinger ein, ein Übelstand, der nicht immer frühzeitig genug durch Zukleben der Löcher mit Leukoplast vermieden werden konnte. Später tötete die Polyederkrankheit fast sämtliche Raupen, so daß die restlichen noch verwertbaren Zwinger nicht mehr auszuwerten waren.

11. Tönnchenuntersuchungen

In den Jagen 115 und 88 wurde untersucht, zu welcher Zeit sich die ausgewachsenen Tachinenmaden zu Boden fallen lassen, um sich in ihn einzubohren und in den Tönnchenzustand überzugehen.

Zu diesem Zweck wurden an den besagten Stellen 2 qm große Fangtücher aufgestellt, deren Randleisten mit Raupenleim bestrichen waren, um ein Entweichen der Larven zu verhindern.

Der Ablauf des „Tachinenfalls“ ist in Abb. 9 wiedergegeben. Die Ergebnisse der Hauptversuchsfläche in 88a verdanke ich Kamerad H. Mors, der dort beobachtete. Die Verpuppungszeit der Tachine *Parasetigena segregata* fällt demnach ungefähr mit derjenigen ihres Wirtes zusammen. Zu einem ähnlichen Ergebnis kam Wellenstein, der im Coburger Nonnen-

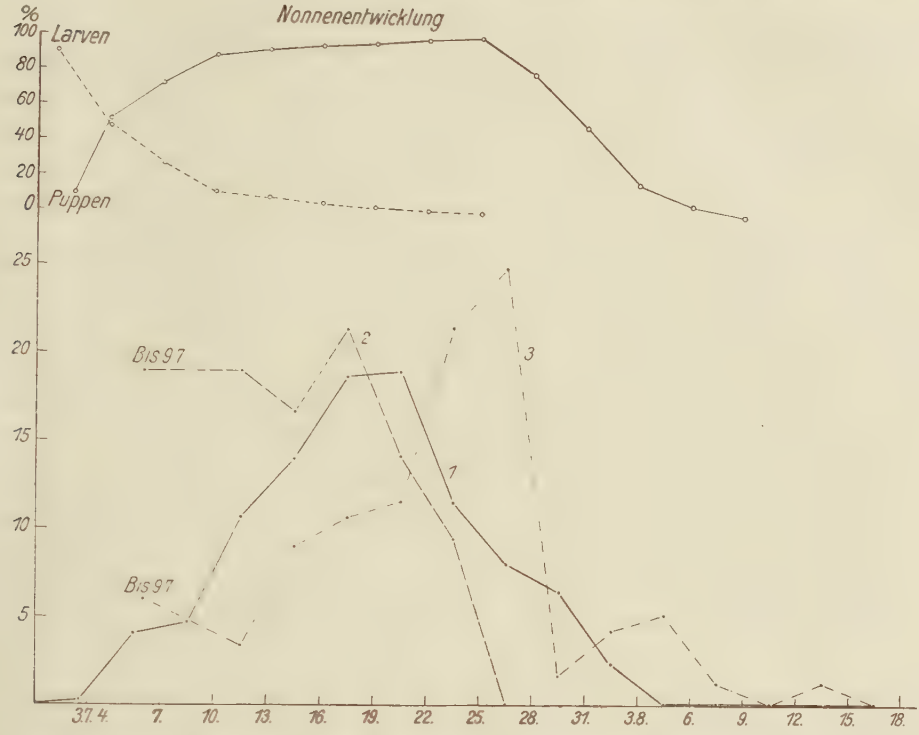


Abb. 9. Kurven des Tachinenfalls. Zeiten des Fallens der ausgewachsenen Tachinenmaden auf den Waldboden, wenn diese sich aus den toten Körpern der Nonnenraupen ausgebohrt haben.
1 Tachinenfallkurve der Versuchsfläche 88a (n = 7167), *2* der Versuchsfläche 115 (n = 42), *3* Tachinenfall im grün gebliebenen Ameisenhorst des Jagens 115 (n = 233)

befallsgebiet feststellte, daß sich 75% der Tachinenmaden aus Präpuppen, der Rest aus Puppen ausbohrte.

Zur Feststellung der Sterblichkeit der Tönnchen wurde im Jagen 115 an Stellen, wo im Frühjahr Tachinenschlüpftücher ausgelegt waren, der Erdboden nachträglich auf Tönnchen untersucht (Tab. 13). Wie aus der Aufstellung ersichtlich ist, eignen sich Bodenuntersuchungen in Moorerde nicht für derartige Feststellungen, da hier organische Reste sehr gut konserviert und deshalb auch Tachinentönnchen aus zurückliegenden Jahren mit gefunden werden. Die Ergebnisse aus 115 L zusammengenommen dürfen dagegen als zuverlässig gelten. Der Vergleich der geschlüpften Fliegen mit den im Boden gefundenen Tönnchenhüllen ergibt einen Sammelfehler von rund 30%. Bei ganzen Tönnchen, die nicht so leicht zersplittern, wird der Unterschied geringer sein. Um einen Einblick in die Mortalität zu gewinnen, beziehen wir die toten Tönnchen sowohl auf die im Boden gefundenen Tönnchenhüllen als auch auf die geschlüpften Fliegen. Als wahrscheinlicher Wert ist das Mittel aus beiden Berechnungen anzusehen. Die Sterblichkeit der *Parasetigena*-Tönnchen des Vorjahres wurde in 115 L mit 19% ermittelt.

Tabelle 13

Nachsuche von *Parasetigena*-Tönnchen auf der Versuchsfläche 115 an Stellen, wo im Mai/Juni die Anzahl geschlüpfter *Parasetigena*-Fliegen festgestellt worden war

Suchstelle	Gefundene: leere Tönnchen	Gefundene: Reste	Gefundene: volle Tönnchen	Im Mai/Juni geschlüpfte Fliegen	Demnach nicht gefundene Tönnchenhüllen (= Suchfehler) %	Mortalität der Tönnchen bezogen auf: a) geschl. Fliegen %	b) gef. Tönnchen %	c) $\frac{a+b}{2}$ %
115 L T_1	17	1	1 parasitiert 3 mit noch gut erhaltener Puppe, diese aber tot (2 davon schon braun)	26	31	13	18	15,5
115 L T_4	16	2	2 verschimmelt 2 vertrocknet 2 gut erhalten, aber tot	25	28	19	25	22
115 Br T_5	31	5	4 tot	17		19	10	14,5
115 Br T_8	10	2	8 tot	7		53	40	46,5
						Mortalität in 115 L etwa		19

Die Mortalität der im Jahre 1935 gebildeten Tönnchen wurde Ende August dieses Jahres an einem Suchergebnis in Szittkehmen festgestellt; sie betrug 14%; parasitiert waren 1%.

Da beim Suchen der Tönnchenhüllen in 115 kein lebendes Puparium vorgefunden wurde, ist ein Überliegen von *Parasetigena*-Tönnchen bis zum folgenden Jahre nicht wahrscheinlich.

B. Lokale Verbreitung und Vermehrung der Tachine Parasetigena segregata in der Rominter Heide

Komárek (3) hat über den Massenwechsel unserer Tachine interessante Mitteilungen gemacht; die mehrjährigen Untersuchungen im ostpreußischen Schadgebiet sollten deshalb auch in dieser Richtung Aufklärung schaffen. Die Nonnentachine wurde in allen Teilen der Rominter Heide, in denen ein gehäuftes Auftreten der Nonne zu verzeichnen war, angetroffen.

Die Untersuchung im Befallsgebiet beschränkte sich in den meisten Fällen auf Stichproben (Beobachtung der Fliegen, Sammeln von Raupenmaterial und Untersuchung desselben auf Tachineneier). Genauere Untersuchungen wurden an vier Stellen ausgeführt.

1. Versuchsfläche 115, Hauptbefallsgebiet der Nonne.
2. Jagen 88, von der Hauptversuchsfläche in einem Streifen nordwärts ziehend. Gebiet mit wechselndem Nonnenbefall, jedoch meist Kahlfraßgebiet.
3. Jagen 17, 28 und 40 im Forstamt Szittkehmen. Randzone in größerer Entfernung von den Hauptbefallsgebieten. Meist geringer Befall, nur stellenweise Kahlfraß.
4. Jagen 66, 56, 55, 44 im Forstamt Szittkehmen. Im Jahre 1935 geringer Nonnenbefall.

Es wurden hauptsächlich Bodenuntersuchungen nach Tachinentönnchen vorgenommen. Hierzu brachten wir die Ergebnisse des Tachinenschlüpfens in Beziehung, die in Jagen 88

(Forstamt Nassawen) und Jagen 17 (Forstamt Szittkehmen) ermittelt wurden (s. Seite 135). Außerdem wurden in 115 L und Jagen 17 Probeastungen ausgeführt. Alle 3—4 Tage entnahmen wir in jeder Fläche einem bestimmten Baum Äste, sammelten von diesen die Raupen, trennten sie nach Stadien und zählten die an ihnen abgelegten Tachineneier.

1. Versuchsfläche 115

Die Versuchsfläche 115 (Abbildung 10), deren Beschaffenheit und Lage bereits Seite 106 beschrieben wurde, lag in einem Hauptbefallsgebiet. Die Probestammfällungen des Vorjahres hatten den stärksten Nonnenpuppenbelag in der gesamten Rominter Heide (1504 bzw. 1412 weibliche Puppen je Stamm) ergeben.

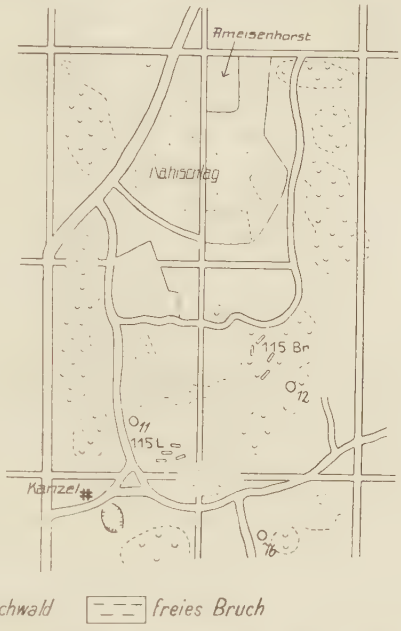


Abb. 10. Planskizze des Jagens 115 sowie des nördlichen Teiles von Jagen 107. Von der Kanzel bis 115 Br erstreckt sich die Versuchsfläche. Eingezeichnet bei den Teilversuchsflächen 115 L und 115 Br die Schlupftücher und die Probestämme zur Untersuchung des Nonnenbefalls. Vergr. 1 : 12000

Das Tachinenschlüpfen in 115 L und 115 Br (Tab. 14) zeigte die Populationsdichte der Tachine im Frühjahr. Auf den Quadratmeter Boden, berechnet auf 10 m Kronenhöhe desjenigen Baumes, unter dem das jeweilige Schlupftuch ausgelegt war, kamen demnach in 115 L im Durchschnitt 3,75 geschlüpfte Tachinen (somit 1,9 ♀♀).

In 115 Br ist der Belag geringer, nämlich nur 1,8 Tachinen (also 0,9 ♀♀) auf 1 qm/10 m Krone.

Die Berechnung auf 10 m Krone ist in Angleichung an die Puppenhülsenbefunde der Nonne zur Gewinnung eines möglichst einheitlichen Maßes fast überall durchgeführt worden. Sie soll einen Vergleich zu den Ergebnissen der Puppenhülsensuche ermöglichen.

Zur Feststellung, welcher Prozentsatz von Nonnenraupen im Laufe der Zeit tachiniert wird, wurden eine Zeitlang alle drei bzw. vier Tage in 115 L Probeastungen durchgeführt.

Die Probeastungen wurden durch Herrn Forstassessor Witzel zur Feststellung der Nonnenentwicklung geleitet, der in einigen Fällen selbst die Untersuchung auf Tachineneier übernahm und die Ergebnisse freundlicherweise dem Sachbearbeiter zur Verfügung stellte.

Das so gewonnene Raupenmaterial von sieben Astungstagen wurde systematisch vom 31. Mai bis 18. Juni untersucht. Obgleich jedesmal rund 400—1000 Raupen gesammelt worden waren, fanden wir nur eine tachinierte (Stadium III), und zwar am 13. Juni unter 464 Exemplaren. Die weitere Tachinierungsuntersuchung in 115 beschränkte sich auf Stich-

Tabelle 14

Unter den Schlupftüchern im Mai/Juni 1935 geschlüpfte Tachinen (*Parasetigena*) auf der Versuchsfläche 115

Zum Vergleich die Ergebnisse der Puppenhülsensuchen im Vorjahr, die zur Feststellung des Nonnenbefalls durchgeführt wurden

Suchstelle	Geschlüpfte Fliegen	Berechnet auf 1 qm u. 10 m Kronenhöhe	Weibliche gesunde Puppenhülsen der Nonne vom nächsten Probestamm, auf 10 m Krone berechnet (Herbst 1934)
115 L T_1	26	2,9	
T_2	43	6.3	
T_3	20	2,3	
T_4	25	3.5	
115 L insgesamt	114	3,75	Stamm 11: 708
115 Br T_5	17	2.8	
T_6	22	3,0	
T_7	6	0,7	
T_8	7	0,7	
115 Br insgesamt	52	1,8	Stamm 12: 263,6

proben. Auch diese ließen erkennen, daß im Sommer 1935 nur ein ganz geringer Teil der in 115 befindlichen Nonnenraupen von *Parasetigena* mit Eiern belegt wurde:

25. Juni 100 Raupen aus Jungwuchs neben 115 L: 1 Raupe (Stadium IV) tachiniert.

25. Juni 100 Raupen aus unterer Krone in 115 Br (tiefkroniger Baum): keine tachiniert.

28. Juni 100 Raupen vom Wipfelast eines Baumes der Kanzel: keine tachiniert.

5. Juli 100 Raupen in 115 Br auf Beobachtungsbaum mit breiter und tiefer Krone: keine tachiniert.

Im August machten wir wieder Bodenuntersuchungen auf neue Tachinentönnchen in 115 L und 115 Br. Die oberste Bodenschicht wurde bis zu etwa 7 cm Tiefe auf je zwei Flächen von 5×1 m ausgehoben.

Die Suchergebnisse entsprechen den Erwartungen, die nach den Probesuchen tachinierter Raupen gestellt worden waren (siehe Tab. 15);

Tabelle 15

Tachinenbelag auf 1 qm/10 m Krone unter Berücksichtigung des Sammelfehlers von 30 %

Tönnchen von	Versuchsfläche 115 L	Versuchsfläche 115 Br
1934	4,6	2,2
1935	0,1	1,3

sie zeigen einen beträchtlichen Rückgang in der Tachinenvermehrung des Hauptbefallsgebietes der Nonne. Diese Tatsache kann zum Teil dadurch hervorgerufen sein, daß hier von allen Raupen nur ein sehr geringer Prozentsatz bis zur Vollentwicklung der Tachinenmade am Leben geblieben ist. Die anderen sind in erster Linie durch Hunger vorzeitig zugrunde gegangen. Bei den Raupenmassen, die im Jagen 115 beobachtet wurden, mußten trotzdem mehr Tachinentönnchen erwartet werden. Also sind auch noch andere Ursachen für den Rückgang der Tachinenvermehrung zu suchen, über die wir im folgenden Abschnitt berichten.

Abb. 11. Planskizze des Jagens 88. Eingezeichnet die Orte, an denen die Tachinenfangtücher aufgebaut und die Tönnchensuchen aufgenommen wurden, sowie die Probestämme zur Untersuchung des Nonnenbefalls. Vergr. 1 : 12 000

2. Versuchsfläche 88

Das Jagen 88, das an die Rominter Feldmark angrenzt, ist in der Hauptsache reines Fichtenwaldgebiet mit etwas Wiesenland und einem großen Kahlschlag. Der Boden ist stellenweise bruchig. Der größere Teil besteht aus geschlossenem, 80jährigem Fichtenbestand mit wenig Linde, Birke und Hainbuche. Der Nordteil hatte den stärksten Nonnenbefall mit früh einsetzendem Kahlfraß. Der an Jagdhaus Rominten grenzende Rand des Waldes wurde nicht kahlgefressen.

Zur Feststellung der Verbreitung der Tachine innerhalb eines einzelnen Jagens wurden in wachsendem Abstand vom Waldrande an 4 Stellen je 4 Tachinentücher ausgelegt (Abb. 11). Da aus Gründen der Zeitersparnis eine vereinfachte Kontrolle an Stelle des langwierigen Abrollens erwünscht war, die außerdem zu jeder Tageszeit möglich sein mußte, wählten wir eine andere Methodik als in 115. Die Tücher wurden durch Dreifüße aus Draht so unterstützt, daß sie sich wie ein doppeltes Zelt über den Boden erhoben (Abb. 12). Jede Zeltspitze war mit einem Loch versehen, in das ein umgekehrtes

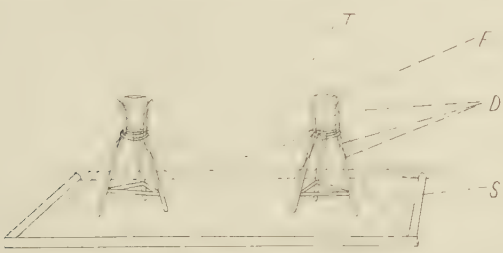


Abb. 12. Tachinenfangtuch. *T* Tuch, *S* Stangen zur Festlegung des Tuches auf dem Boden, *D* Dreifuß aus Draht, *E* umgestülptes Einmachglas

Einmachglas eingefaßt war; dessen Öffnung war mit einer durchlöcherten Zellophanhaut bespannt, so daß die Fliegen, die der hellsten Stelle des unter dem Tuch befindlichen Raumes zustrebten, nämlich dem Einmachglas, hineinkriechen, aber nicht wieder herausfallen oder -fliegen konnten. Auf diese Weise fingen wir im Laufe der Zeit sämtliche darunter geschlüpften Tachinen.

Die an den vier Stellen ermittelten Befunde sind in Tabelle 16 wiedergegeben. In 88 00 und 100, wo auf Grund der Puppenhülsenbefunde der Nonne im Jahre 1935 Kahlfraß als möglich vorausgesagt war, schlüpften nur ganz wenige Tachinen; in 300, wo mit Bestimmtheit Kahlfraß erwartet werden mußte, war die Anzahl geschlüpfter Tachinen etwa 10mal so groß wie in 00 und 100; in 500, das in Lage und Beschaffenheit des Waldes weitgehend dem Ort 300 ähnlich ist, entsprach diesem auch das Ergebnis der Schlüpftuch-Untersuchungen.

An den gleichen Stellen wurde nun im Spätsommer, nachdem sich alle Tachinenmaden verpuppt haben mußten, der Boden auf Tachinentönnchen untersucht, und zwar je 5—10 qm. Die Befunde ergaben — bei Vergleich der verschiedenen Orte untereinander — ganz andere Zahlenverhältnisse als im Frühjahr (Tabelle 17). Die Tachinen haben sich demnach im Gebiet frühen Kahlfraßes bei stärkstem Nonnenbefall (300) nur in ganz geringem Maße vermehrt, während im Randgebiet, wo der Bestand erst ganz zuletzt kahlgefressen wurde (100) bzw. noch grün blieb (00), eine ganz unverhältnismäßig starke Zunahme der Tachine stattgefunden hat. Unter Berücksichtigung des Suchfehlers hat sich die Zahl der Tachinen-Individuen in 88 00 und 100 zusammengenommen um nahezu das Tausendfache, in 00 allein um mehr als das Tausendfache vermehrt.

Tabelle 16

Ergebnisse der Tachinen-Fangtücher im Mai/Juni 1935 an den Suchstellen des Jagens 88

Ort	Geschlüpfte Fliegen *(Parasetigena)*	Berechnet auf 1 qm bei 10 m Kronenhöhe	Weibliche gesunde Puppenhülsen der Nonne vom nächsten Probestamm, berechnet auf 10 m Krone (Herbst 1934)
88 00	1	0,07	Stamm 26: 131
88 100	2	0,08	„ 77: 51
88 300	18	0,45	„ 78: 309
88 500	12	0,32	„ 25: 292

Hieraus sind wichtige Schlußfolgerungen zu ziehen. Auf Grund anatomischer Untersuchung der Eischläuche von *Parasetigena segregata* gibt Prell (6) als größte mögliche Eizahl je ♀ 300 an. Rechnet man unter allen ausgeschlüpften Tachinen rund 50% ♀♀, so dürfte die Zahl aller Tachinen eines Ortes ohne Zuwanderung höchstens um das 150fache zunehmen. Diese Zahl wird in 88 100 + 00 sechsmal, in 88 00

Tabelle 17

Befunde der Bodenuntersuchungen auf *Parasetigena*-Tönnchen im August 1935 auf der Versuchsfläche 88. Zum Vergleich die Ergebnisse der Puppenhülsensuchen zur Feststellung die Nonnenbefalls

Ort	Suchstelle	Gefundene Tönnchen	Suchfehler	Tönnchen, berechnet auf 1 qm und 10 m Kronenhöhe mit Suchfehler	Weibliche gesunde Puppenhülsen der Nonne vom nächsten Probestamm, berechnet auf 10 m Krone (Herbst 1935)
88 00	T II 14	605	geprüft: 14,8 %	75,4	Stamm 26: 82
88 100	T II 13	380	geschätzt: 15 %	59,3	Stamm 77: 61
88 300	T II 12	10	35 „	1,1	Stamm 78: 10
	T II 11	4	35 „	0,5	
88 500	T II 10	35	30 „	4,1	Stamm 25: 3
	T II 9	7	35 „	1,1	

allein siebenmal übertroffen. Folglich muß hier eine Anzahl Tachinen-♀♀ vom Hauptschadgebiet her übergewandert sein. Diese Annahme stimmt gut überein mit der Tatsache, daß die Tachinenvermehrung in 88 300 und 500 nur sehr gering gewesen ist: Die Anzahl stieg dort auf das Doppelte bzw. Achtfache.

Diese Feststellungen sind von sehr weittragender Bedeutung. Wenn als allgemein gültig erkannt wird, daß aus einem Befallszentrum mit frühem Kahlfraß die Tachine in Gebiete geringen Nonnenbefalls abwandert, so ist hier ein wichtiger Grund dafür zu suchen, warum in den Randgebieten in den Jahren nach Ausbruch einer Kalamität eine Vermehrung des Schädlings nicht mehr bis zur Gefährdung des Waldbestandes gesteigert wird und schließlich auf ein Normalmaß (sogenannter „eiserner Bestand") zurückgeht.

Als Ursachen des Abwanderns lassen sich mit einiger Wahrscheinlichkeit drei Umstände anführen, die zumindest die Mitschuld an obiger Erscheinung tragen dürften:

Erstens wurde in dem Abschnitt „Ortswechsel", wenn auch nur für die ♂♂, festgestellt, daß die Tachine sehr viel fliegt und mit der Zeit größere Strecken zurücklegt. Trifft dies auch nur in beschränktem Maße für die ♀♀ zu, so wird man annehmen können, daß diese sich mit der Zeit auf einen erheblichen Flächenraum verteilen. Unterschiede in der Besiedlungsdichte eines Gebietes dürften sich auf diese Weise weitgehend ausgleichen.

Zweitens wurde schon früher darauf hingewiesen, daß *Parasetigena* gegen Trockenheit sehr empfindlich ist. Kahlgefressene Bestände sind nun ganz erheblich stärker als benadelte durchsonnt; ihre relative Luftfeuchtig-

keit ist gegenüber voll benadeltem Wald um mehr als die Hälfte geringer. Der verfrüht einsetzende Kahlfraß in Gebieten sehr starken Befalls würde so ein Abwandern der Feuchtigkeit suchenden Tachinen veranlassen.

Drittens ist mit einer starken Beunruhigung der Fliegen durch das dauernde Umherwandern hungernder Raupen in solchen Kahlfraßbeständen zu rechnen. Schon bei verschiedenen anderen Dipteren, die sich an derartigen Orten aufhielten, ließ sich das häufig feststellen. Besonders fiel es auf bei den sogenannten Schnepfenfliegen (*Leptis scolopacea*), die in 115 L an den Stämmen beobachtet wurden. Während sie normalerweise lange Zeit ruhig sitzen, ehe sie einmal auffliegen und wieder an den alten Platz zurückkehren, kamen sie in der Zeit der Raupenwanderungen kaum zur Ruhe, sondern flogen alle Augenblicke auf. Da es in dieser Zeit kaum einen Fleck gibt, auf dem nicht einige der hungernden Nonnenraupen umherkriechen, so ist ohne weiteres anzunehmen, daß dadurch auch die Tachinen sehr stark beunruhigt, dauernd zum Auffliegen gezwungen und auf diese Weise zu beschleunigtem Ortswechsel veranlaßt werden. Wahrscheinlich wird auch die Eiablage durch das Raupenwandern gestört. In dieser Hinsicht ist ein Versuch erwähnenswert, der leider nicht vollständig durchgeführt werden konnte. Acht Tachinen-♀♀ wurden mit 75 Raupen in einen Umsatzzwinger eingesetzt. Die Eiausbeute war sehr spärlich. Später wurden ♀♀ dieses Zwingers isoliert und mit nur wenigen Raupen versorgt; jetzt war die Eizahl bei jeder Tachine größer als vorher bei allen zusammen. Wenn man sich den Vorgang der Raupenparasitierung durch die Tachinen vor Augen führt, so ist es verständlich, daß eine dauernde Beunruhigung der Fliegen ihre Eiablage stört, wie dies in dem angeführten Versuch offensichtlich der Fall war.

Abb. 13.
Planskizze des Versuchsgebietes Szittkehmen, bestehend aus den Jagen 17, 28 und 40. Eingezeichnet die Suchstellen für Tachinentönnchen und die Probestämme zur Untersuchung des Nonnenbefalls. 1 : 12 000

3. Versuchsgebiet Szittkehmen

Das im Südosten der Romintener Heide gelegene, in der Hauptsache der Försterei Szittkehmen angehörende Versuchsgebiet lag, wie erwähnt, von allen größeren Hauptbefallsgebieten eine Anzahl Kilometer entfernt (Abb 13). Dafür hatte es selbst zwei kleine, ziemlich eng umgrenzte Kahlfraßherde in Jagen 28 westlich der Straße und in Jagen 40 in der Südwestecke. Beschaffenheit des ganzen Gebietes: Bodengestalt hügelig, Bestand größtenteils reiner Fichtenhochwald, teilweise Kiefern-Fichten-Mischwald, Bodenbewuchs: Vorherrschend Gras, im nördlichen Teil Moosboden.

In der Versuchsfläche Jagen 17 wurden im Frühling 1935 in der für Jag. 88 beschriebenen Art 4 Tachinentücher ausgelegt. Unter diesen schlüpften insgesamt 3 Exemplare von *Parasetigena* (d. h. 0,75 je Tuch).

Da der Höhenmesser in der späteren Zeit anderweitig in Anspruch genommen wurde, konnten im gesamten Versuchsgebiet Szittkehmen die Kronenhöhen nicht ausgemessen werden. Daher fehlt auch hier die Angabe für 1 qm/10 m Krone. Die absoluten Zahlen geben jedoch auch noch vergleichbare Werte, da alle ausgesuchten Stämme in Größe und Aussehen sehr gleichmäßig waren (etwa 18 m Kronenlänge).

Probeastungen am gleichen Ort bestimmten den Hundertsatz tachinierter Raupen in verschiedenen Zeitabschnitten (Tab. 18). Der Anteil tachinierter Raupen ist am letzten untersuchten Tage mit 46 % sehr erheblich.

Tabelle 18

Ergebnisse der Untersuchung tachinierter Nonnenraupen, die durch Probeastungen erhalten wurden, im Jagen 17 Szittkehmen

Datum	Untersuchte Raupen	Tachiniert	% tachinierter Raupen
3. Juni	17	0	0
6. „	31	0	0
11. „	13	0	0
14. „	8	0	0
18. „	57	0	0
24. „	16	1	7
27. „	57	15	26
1. Juli	35	9	26
16. „	192	88	46

Die Prozentzahlen sind jedoch nur im Vergleich zueinander gültig. Die endgültige Tachinierung dürfte noch höher sein, da die von Tachineneiern freien Raupen noch belegt werden können.

Die Befunde der Tönnchensuchen im Spätsommer und Herbst ergaben überall eine äußerst starke Vermehrung der Nonnentachine (Tab. 19). Wellenstein teilte mir persönlich mit, daß hier wie allgemein in Randgebieten als Todesursache der Nonnenpuppen hauptsächlich Tachinose festgestellt wurde, während in Hauptbefallsgebieten die meisten Puppen an Polyeder eingegangen waren.

Die Anzahl der Tachinentönnchen, die im Licht- und Kahlfraßgebiet des Jagens 28 gefunden wurde, ist derjenigen in 88 00 ungefähr gleichzusetzen. Der Gegensatz zwischen den angrenzenden Flächen T II und T III mit etwa gleicher Tönnchenzahl einerseits und T IV und T V andererseits, deren Tönnchenzahlen ziemlich verschieden sind, erklärt sich aus dem westlich der Straße abnehmenden Nonnenbefall. Im Jagen 41 fällt das Ergebnis von T X mit nur 138 Tönnchen im Naschfraßgebiet aus dem Gesamtbild heraus. Jedoch sind dies alles im Vergleich zu den Ergeb-

Tabelle 19

Befunde der Bodenuntersuchungen auf Tachinentönnchen im Herbst 1935 im Versuchsgebiet Szittkehmen. Zum Vergleich die Ergebnisse der Puppenhülsensuchen zur Feststellung des Nonnenbefalls

Suchstelle	Vorjährige Parasetigena-Tönnchen geschlüpft	Diesjährige Parasitigena-Tönnchen zusammen	Diesjährige Parasitigena-Tönnchen davon parasitiert	Nächst gelegener Probestamm Nr.	Puppenhülsen der Nonne (Herbst 1935) insgesamt	Puppenhülsen der Nonne (Herbst 1935) davon gesunde ♀♀, berechnet auf 10 m Krone
Jg. 17 T I	3	41	0	1	180	26
				2	72	14
Jg. 28 T II (5,30 m)	23	821	5	24	2406	421
Jg. 28 T III (4,70 m)	4	795	8			
Jg. 28 T IV (Kahlfraß)	7	790	13	6	964	182
Jg. 28 T V. (Naschfraß)	0	352	12			
Jg. 28 T VI	5	525	16	7	314	89
Jg. 28 T VII	5	238	2	23	167	30
Jg. 40 T VIII (Kahlfraß)	0	629	37			
Jg. 40 T IX (Verschwendungsfraß)	0	424	30	1	87	23
Jg. 40 T X (Naschfraß)	4	138	9			
Jg. 40 T XI	7	514	27			

aneinander grenzend

nissen auf der Versuchsfläche 88 nur geringe Unterschiede. Die Vermehrung der Nonnentachine im Versuchsgebiet Szittkehmen kann mithin als gleichmäßig stark angesprochen werden. Wie viele Tachinen allerdings im folgenden Jahre schlüpfen, müssen erst die Beobachtungen im Frühjahr 1936 zeigen. Eine vorläufige Untersuchung im Herbst ergab für T III 14 % tote Tönnchen. Für alle Stellen wurde die Parasitierung der Puparien mit 3,1 % bestimmt.

4. Versuchsgebiet Theerbude

Von der Rominter Feldmark ausgehend in südöstlicher Richtung, etwa quer durch die Jagen 66, 56, 55 der Försterei Theerbude und Jagen 44 der Försterei Blindischken wurden 7 Tönnchensuchfelder von je 1×5 m angelegt (Abb. 14). Das Gebiet ist größtenteils Sandgegend und ziemlich eben. Baumbestand: 80jährige Fichte, örtlich verschieden stark mit Kiefer gemischt. Bodenbewuchs im Jagen 55 und 56 hauptsächlich Moos, sonst Gras.

Der Befall durch die Nonne ist gering. Der Bestand ist überall noch grün, stärkerer Fraß wird im Jahre 1936 höchstens in Jagen 44 erwartet. Die Hauptbefallsgebiete sind mehrere Kilometer entfernt.

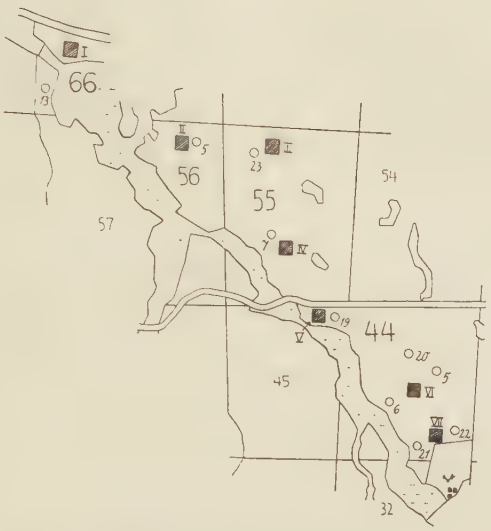


Abb. 14. Planskizze des Versuchsgebietes Theerbude. Eingezeichnet die Suchstellen für Tachinentönnchen und die Probestämme zur Untersuchung des Nonnenbefalls. 1 : 12 000

Der Tönnchenbelag im Spätsommer 1935 ist im Versuchsgebiet Theerbude bedeutend geringer als zur gleichen Zeit in Szittkehmen (Tabelle 20). Die Dichte des Tönnchenbelags, die — bis auf 44 VI — allgemein als gleichmäßig bezeichnet werden kann, entspricht annähernd derjenigen in 115 Br im Frühjahr 1935 (Tab. 14). Hier finden wir also bei geringem Nonnenbefall etwa den gleichen Tachinenbelag wie im Jahre vorher im stärkstbefallenen Schadgebiet. Der Vergleich mit den Ergebnissen der Puppenhülsensuche läßt im folgenden Jahr eine hochgradige

Tabelle 20

Befunde der Bodenuntersuchungen auf *Parasetigena*-Tönnchen im August 1935 im Versuchsgebiet Theerbude. Zum Vergleich die Ergebnisse der Puppenhülsensuchen zur Feststellung des Nonnenbefalls

Suchstelle	Parasetigena-Tönnchen, vorjährig und älter				Parasetigena-Tönnchen diesjährig (alle gesund)	Diesjährige Tönnchen, berechnet auf 1 qm/10 m Krone		Nonnen-Puppenhülsen-Befund	
	geschlüpft	parasitiert	tot	Reste		absolut	mit Aufschlag von 30—35 % (Suchfehler)	nächstgelegener Probestamm Nr.	gesunde weibliche Puppenhülsen, berechnet auf 10 m Krone
Jg. 66 T I	12	0	0	0	16	1,9	2,5	13	18
Jg. 56 T II	6	3	3	0	29	3,1	4,0	5	34
Jg. 55 T III	3	3	4	1	28	2,8	3,6	23	68
T IV	8	1	4	3	9	1,3	1,7	7	54
Jg. 44 T V	16	1	0	4	13	0,9	1,2	19	21
T VI	4	1	0	0	2	0,3	0,4	5	13
								6	12
T VII	29	2	5	3	18	1,9	2,4	21	6
								22	9

Parasitierung der Nonnenraupen durch die Tachine erwarten, die möglicherweise eine weitere Massenvermehrung des Schädlings verhindern kann. Dies ist besonders deshalb anzunehmen, weil der Fliegenbelag hier auf einer großen Fläche verhältnismäßig wenig schwankt und so ein Abwandern der Fliegen in noch geringer befallene Randzonen wenig wahrscheinlich ist.

C. Anhang

1. Parasiten und Nonnentachine

Der Parasitierungsgrad der Nonnentachine war überall nur sehr gering. Den in der Rominter Heide vorhandenen Tönnchenschmarotzern wurde daher zunächst keine besondere Aufmerksamkeit gewidmet. In solchen Tönnchen, die nur mit ganz kleinen Löchern versehen waren, wurden häufig kleine bräunliche Fliegen der Gattung *Phora* gefunden. In einem äußerlich gesunden Tönnchen lag beim Öffnen eine Schlupfwespenmade. Auf das Vorkommen von *Anthracinen* haben wir besonders geachtet. Es wurden jedoch nur vereinzelte Exemplare der Trauerfliege *Anthrax morio* an zwei sonnigen, nicht von Baumkronen überdachten Stellen nahe dem Jagen 115 angetroffen.

2. Andere Tachinen außer Parasetigena

Arten, die der Unterfamilie der Raupenfliegen (*Tachininea*) angehören, fanden wir außer *Parasetigena* nur in geringer Anzahl; sie standen zu dem Massenauftreten der *Parasetigena* in keinem Verhältnis (vgl. Lindner [4]). Außer einem Exemplar einer *Gonia*-Art, das bereits im April gefangen wurde, traten alle erst im Juli und August auf. Die meisten inzwischen von Engel und Lindner bestimmten Arten besuchten Umbelliferen-Blüten an einer sonnigen Stelle nahe dem Jagen 115. Im Walde selbst wurde nur ein Exemplar von *Winthemia quadripustulata* und in etwas größerer Anzahl *Carcelia lucorum* gefangen, die als Nonnenparasit bekannt ist. Drei Puparien der letztgenannten Art wurden in 115 L bei einer Tönnchensuche auf 5 × 1 m gefunden, aus denen später die Fliegen ausschlüpften. Vom 8. Juli ab wurde sie in dem durch die Tätigkeit von Ameisen grün gebliebenen, auf dem Kahlschlag von 115 befindlichen Fichtenhorst in größerer Anzahl gesehen, bald darauf auch in mehreren Exemplaren im Gebiet der Versuchsfläche (115 L, 115 Br, Kanzel).

3. Sarcophagen

Von Sarcophaginen traten überall Arten der Gattung *Sarcophaga* auf: *S. carnaria* L., *S. uliginosa* Kramer, *schützei* Kramer, *teretirostris*; dazu *Agria* (*A. monachae* Kramer) *affinis* Fall. Einige wildgefangene ♀♀ wurden mit lebenden und mit an Polyeder eingegangenen toten Raupen im Umsatzzwinger eingesetzt. Die spätere Untersuchung des Materials förderte keine Sarcophagen-Maden zutage. Dagegen wurden solche vereinzelt in toten, von *Parasetigena*-Maden verlassenen Raupenkörpern, die immer noch ziemlich viel Rückstände enthalten, aufgefunden.

4. Schlupfwespen

Gegenüber den allgemein zahlreich, zum Teil massenhaft vorhandenen Nonnentachinen traten die Schlupfwespen zahlenmäßig ganz bedeutend zurück. Vor allem fiel auf, daß der als Nonnenschmarotzer spezialisierte *Ichneumon disparis* Poda, nur ganz selten gefunden wurde (115 Ameisenhorst, 88a). Wellenstein fand im Frühjahr 1936 ein überwintertes Exemplar unter Moos am Fuße eine Baumstammes. Ein kräftiges ♀ wurde in einen Trommelzwinger von 1 cbm Rauminhalt auf der Versuchskanzel eingesetzt, der mit einer Anzahl Nonnenraupen beschickt worden war. Es konnte jedoch niemals beobachtet werden, daß sich die Wespe irgendwie um die Raupen gekümmert hätte; sie befand sich vielmehr dauernd an der Sonnenseite des Zwingers und versuchte von dort aus ins Freie zu gelangen.

Häufiger als *Ichneumon* wurden *Pimpla*-Arten beobachtet. Aus zwei Nonnenpuppen, die Herr Forstassessor Witzel im Frühjahr auf der Versuchsfläche 115 fand und die noch unversehrt waren, schlüpften am 29. Mai und 3. Juni ein ♂ und ein ♀ von *Pimpla capulifera* Kriechb. Beide wurden in einem Kastenzwinger zusammengesetzt. Eine Kopulation konnte nicht beobachtet werden. Beigegebene Raupen blieben unbehelligt. Freilebende Exemplare von *Pimpla capulifera* wurden im Mai und Juni vereinzelt gesehen. — Vom 10. Juni an, häufiger erst ab 24. Juni, flogen *P. instigator* F. und *P. examinator* F. in den Befallsgebieten. Die ♀♀ suchten, langsam und stetig jeden Zweig und vor allem die Stämme umfliegend, die Bäume ab. Auffällig war die Unabhängigkeit von Witterungseinflüssen, denn die Schlupfwespen flogen bei kaltem Wetter und Regen ebenso wie im Sonnenschein. Kopulation und Parasitierung konnten bis auf einen Fall nicht beobachtet werden. Dieser ist jedoch besonders erwähnenswert. Ein kräftiges ♀ von *Pimpla instigator* suchte im kahlgefressenen Bestande von 115 L den unteren Teil eines Fichtenstammes ab. Um die sehr zahlreich vorhandenen, stammaufwärts kriechenden Nonnenraupen kümmerte es sich nicht im geringsten. Schließlich fand es jedoch eine Nonnenpuppe im Moose des Stammgrundes in einer Ritze versteckt, in die es ein paarmal hintereinander kräftig hineinstach. Die Puppe wurde aufgehoben und stellte sich als bereits verlassene Hülse des Vorjahres heraus, in der sich ein kleines Spinnennest befand.

Zwei ♀♀ von *Pimpla instigator* und eins von *P. examinator* wurden in Trommelzwinger von $^1/_2$ cbm Rauminhalt auf der Versuchskanzel eingesetzt. Sie verhielten sich jedoch ebenso wie *Ichneumon disparis*, und eine Untersuchung der Raupen verlief hier wie dort erfolglos. Mehrfach wurde beobachtet, daß die Wespen von innen durch den Gazestoff hindurchstachen, ohne jedoch auf eine Raupe zu zielen. In einer Nonnenpuppe, die einem Tachinen-Beobachtungszwinger entstammte, wurde eine Schlupfwespenmade vorgefunden. Diese war also von außen her durch die Gaze hindurch angestochen worden. Nach diesen Ergebnissen scheinen die Schlupfwespen zur Zwingerhaltung ungeeignet zu sein.

Am 10. Juni wurden im Jagen 148 des Forstamts Warne kleine Braconiden um den Wipfel eines Kanzelbaumes fliegend beobachtet, am 13. Juni und den folgenden Tagen konnte diese Feststellung auch auf der Kanzel von 115 gemacht werden. Ein Anstechen der zahlreich dort vorhandenen jungen Nonnenraupen ließ sich nicht beobachten. Die Artzugehörigkeit der Braconide war nicht einwandfrei zu bestimmen.

III. Schluß: Zusammenfassung

Die Untersuchungen über die Lebensweise der Tachine *Parasetigena segregata* Rond. (*Phorocera agilis* R.-D.) führten zu folgenden Ergebnissen:

1. Im Jagen 115 des Forstamts Nassawen schlüpften die fertig ausgebildeten Nonnentachinen vom 23. Mai bis 14. Juni 1935 aus den im Bodenbelag ruhenden Tönnchen. Die ♂♂ erschienen im Durchschnitt 9 bzw. im Bruch 7 Tage früher als die ♀♀. Das Schlüpfen fand in den Morgen- bis Vormittagsstunden statt. Das Geschlechtsverhältnis der frisch ausgeschlüpften Imagines betrug $48:52 \pm 12\,\%$. Die Ausfärbung nimmt unter normalen Verhältnissen 2—3 Stunden in Anspruch.

2. Freilebende *Parasetigena*-Fliegen wurden vom 22. Mai bis 1. Juli (♂♂) bzw. vom 29. Mai bis 10. Juni (♀♀) beobachtet. Das Schwärmen der ♂♂ auf dem Boden und in den Bäumen wird beschrieben, desgleichen das Verhalten der ♀♀ in den Baumkronen. Es wird ein Verschwinden der ♀♀ im Hauptbefallsgebiet während des sehr früh einsetzenden Kahlfraßes festgestellt. Eine Methode zur Ermittlung der Fliegenzahl eines Standortes durch Befestigen von Leimleisten in den Bäumen wird vorgeschlagen.

3. Der Begattungsakt dauert im Mittel zwei Stunden. ♂♂ kopulieren, so oft sie Gelegenheit haben, ♀♀ wurden nur mit den gleichen ♂♂ mehrmals in Copula beobachtet. Die Begattungswahrscheinlichkeit beträgt sowohl in einem dicht wie in einem dünn besiedelten Gebiet $100\,\%$.

4. Beim Schwärmen am Boden beobachtete Tachinen-♂♂ legten im Durchschnitt 90 m in der Luftlinie vom Anfangs- bis zum Endpunkt der Beobachtung gemessen 72 m in der Stunde zurück.

5. Von den gezwingerten Fliegen konnten die meisten nicht bis an ihr natürliches Lebensende gehalten werden. Diejenigen ♂♂, die nicht vorzeitig gestorben waren, lebten 20—33, im Durchschnitt 27 Tage, die in gleicher Weise ausgelesenen ♀♀ 27—52, im Durchschnitt 35 Tage.

6. In Freiheit beobachtete Tachinen nahmen Nahrung bzw. Feuchtigkeit auf, indem sie Ausscheidungen von Rindenläusen und Raupenblut aufleckten und feuchte Moospolster am Fuße der Bäume mit dem Rüssel betupften. Außerdem wurde ein häufiges Betupfen von Rinde, Zweigen, Nadeln usw. festgestellt. — Es werden Vorschläge zur Ernährung gefangen gehaltener Tachinen gemacht.

7. An tierischen Feinden der *Parasetigena*-Imagines wurden in erster Linie Vögel, Spinnen und Libellen festgestellt.

8. Die Eiablage begann bei drei ♀♀ nach einer 8- bis 10tägigen Latenzperiode. Die höchste Zahl der von einem ♀ insgesamt abgelegten Eier betrug 218, die höchste Zahl an einem Tage abgelegter Eier 33 Stück. Im Durchschnitt wurden je Tag 6,0 Eier abgelegt. Es wird eine Methode vorgeschlagen, mit der man die Eizahl von *Parasetigena*-♀♀ besser prüfen kann.

9. Zur Eiablage wurden die jeweils vorhandenen älteren Raupenstadien eindeutig bevorzugt. Eine Methode, die festzustellen ermöglicht, wie viele Tachineneier vor dem Ausschlüpfen der Made mit der Raupenhaut abgestreift werden, wird beschrieben.

10. Die Zeit, in der die Tachinenmaden sich aus den toten Raupen ausbohren und zur Verpuppung in den Boden gehen, dauerte im Jagen 88 vom 3. Juli bis 14. August. Sie fiel mit der Verpuppungszeit der Nonne ungefähr zusammen.

11. Die Sterblichkeit der Tönnchen, die vom Spätsommer 1934 bis Frühjahr 1935 im Boden lagen, betrug 19%. Die Mortalität der im Jahre 1935 gebildeten Tönnchen wurde zu Anfang September mit 14% festgestellt. Ein Überliegen von Tönnchen über ein Jahr wurde nie beobachtet und ist nicht wahrscheinlich.

Die Verbreitung der Tachine *Parasetigena segregata* wurde an vier Stellen der Rominter Heide untersucht und dabei folgendes festgestellt:

1. Die Häufigkeit der Tachinen im Hauptbefallsgebiet des Jagens 115 betrug im lichten, trockenen Bestand 3,75 Tiere je Quadratmeter, berechnet auf 10 m Kronenhöhe, im Bruch 1,8 Tiere je qm/10 m Krone. Der Hundertsatz tachinierter Raupen war in diesem Gebiet sehr gering: er lag stets unter 1%. Nachdem sich im Spätsommer alle Tachinenmaden verpuppt hatten, wurde die Häufigkeit der Tachine durch Untersuchung des Bodenbelags auf Tönnchen im Jagen 115 mit 0,1 je qm/10 m Krone, im Bruch desselben Jagens mit 1,3 je qm/10 m Krone ermittelt, ist also im Zentrum des Nonnenbefalls zurückgegangen.

2. Im Jagen 88 betrug die Häufigkeit der Tachine im Mai/Juni 1935 in der Randzone eines Kahlfraßherdes 0,07 je qm/10 m Krone, im Zentrum 0,45. Im Spätjahr hatte sie sich in der Randzone auf 75,4 je qm/10 m Krone, im Zentrum dagegen auf nur 0,8 Tönnchen verändert. Diese Tatsache läßt sich nur durch eine Abwanderung der Tachine im Gebiete geringeren Nonnenbefalls erklären.

3. Im Randgebiet Szittkehmen betrug die Tachinierung der Nonnenraupen 4,4—16%, nur an einer Stelle mit sehr geringem Nonnenbefall (Naschfraßgebiet) 45%. Die Tönnchensuchen im Spätsommer und Herbst ließen eine sehr starke Vermehrung der Tachine im Versuchsgebiet erkennen (bis 821, im Durchschnitt 487 Tönnchen auf 5 qm).

4. Im Versuchsgebiet Theerbude mit allgemein sehr geringem Nonnenbefall betrug im Spätjahr die Belagsdichte der Tachinentönnchen 0,3 bis

3,1 je qm/10 m Krone. Es sind hier für das folgende Jahr hohe Tachinoseprozente zu erwarten, denen möglicherweise eine große praktische Bedeutung zukommt.

Tönnchenparasiten der Tachine wurden nur ganz vereinzelt angetroffen.

Andere Tachinen außer *Parasetigena* waren nur in verhältnismäßig sehr geringer Anzahl vorhanden. Der größte Teil von ihnen trat erst im Juli und August auf. *Carcelia lucorum* BB. wurde öfter im Bestande gesehen, die anderen Arten wurden vornehmlich an Blumen gefunden.

Sarcophagen der Gattungen *Sarcophaga* und *Agria* waren überall in größerer Anzahl vorhanden. Ihre Larven wurden im Juli in toten, von *Parasetigena*-Maden verlassenen Raupenkörpern angetroffen.

Von Schlupfwespen traten die als Nonnenschmarotzer vornehmlich in Frage kommenden Arten der Gattung *Pimpla* und vor allem *Ichneumon disparis* Poda zahlenmäßig gegenüber der Nonnentachine sehr stark zurück. *Pimpla capulifera* Kriechb. wurde aus zwei Nonnenpuppen gezogen und im Mai und Juni gelegentlich im Bestand beobachtet. Häufiger waren *P. examinator* F. und vor allem *P. instigator*. Zur Zwingerhaltung eignen sich die großen Schlupfwespen nach den mit ihnen angesetzten Versuchen augenscheinlich nicht.

Schrifttum

1. Baer, W., 1921, Die Tachinen als Schmarotzer der schädlichen Insekten, Lebensweise, wirtschaftliche Bedeutung und systematische Kennzeichnung. Berlin.
2. Gößwald, K., 1935, Zur Biologie und Ökologie von *Parasetigena segregata* Rond. und *Sarcophaga schützei* Kram. (Dipt.), nebst Bemerkungen über die forstliche Bedeutung der beiden Arten. Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. XXI.
3. Komárek, J., 1933, Wichtige Neubeobachtungen an der Biologie der Nonne. Anz. f. Schädlingsk. Jahrg. 9, Heft 6 u. 7.
4. Lindner, E., 1939, Über die Tachinen aus 2 Nonnenfraßgebieten. Zeitschr. f. angew. Entom.
5. Mors, H., 1939, Die Wechselbeziehungen zwischen Puppengewicht-Eizahl und Hülsengröße-Eizahl bei der Nonne und deren prognostische Anwendung unter Berücksichtigung einiger epidemiologischer Merkmale. Zeitschr. f. angew. Entom.
6. Prell, H., 1915, Zur Biologie der Tachine *Parasetigena segregata* Rond. und *Panzèria rudis* Fall. Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. 2.
7. Steinfatt, O., 1937, Nestbeobachtungen beim Rotkehlchen, *Erithacus rubecula*, Braunkehlchen, *Saxicola rubetra*, Buchfink, *Fringilla coelebs* und Hänfling, *Carduelis flavirostris*. Verh. Orn. Ges. Bay. Bd. 21, Heft 2.
8. — — 1937, Beobachtungen über das Brutleben des Grauschnäppers, *Muscicapa striata*, in der Rominter Heide. Journal f. Ornith. Bd. 85, Heft 4.
9. — — 1938, Das Brutleben des Weidenlaubsängers. Berichte d. Ver. schles. Orith. Breslau Heft 1/2.
10. — — 1938, Das Brutleben des Kleibers, *Sitta Europaea*. Mitt. d. Ver. sächs. Ornith. Bd. 5, Heft 5.
11. — — 1938, Das Brutleben der Heckenbraunelle, *Prunella modularis*. Ornith. Monatsber. 46, 3.

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Staatlichen Versuchs- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau, Geisenheim a. Rh. Vorstand: Prof. Dr. F. Stellwaag)

Untersuchungen über die Wirkung des Sexualduftstoffes bei den Traubenwicklern Clysia ambiguella und Polychrosis botrana[1])

Von

Bruno Götz

(Mit 6 Abbildungen)

I. Problemstellung

Mit Unterstützung des Reichsernährungsministeriums laufen seit einiger Zeit Versuche über Arsenersatz nach zwei Richtungen: chemische, auch für den Menschen giftige Mittel durch chemische, unbedenkliche zu ersetzen, und die Methode der Bekämpfung zu ändern. Für die Traubenwickler *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana* wurden nach der zweiten Richtung u. a. Versuche zur Verwendung des Sexualduftstoffes eingeleitet. Mit seiner Hilfe sollen die Männchen vor Erfüllung ihres Daseinszweckes abgefangen werden, so daß die Weibchen unbegattet bleiben und infolgedessen keine befruchteten, entwicklungsfähigen Eier ablegen. Darüber soll im folgenden kurz berichtet werden, nachdem eine kurze Übersicht über die Kenntnisse von Sexualduftstoffen bei Schmetterlingen gegeben wurde.

II. Stand der Kenntnisse der Sexualduftstoffe bei Schmetterlingen

Das Zusammenfinden der Geschlechter zur Paarung geschieht bei Insekten wohl regelmäßig mit Hilfe besonderer Duftstoffe. Allgemein bekannt ist dies von verschiedenen Nachtschmetterlingen, deren Männchen durch einen von brünstigen Weibchen ausgeschiedenen Stoff zu diesen hingeführt werden. Der Wirkungsbereich dieser sogenannten Sexualduftstoffe kann erstaunlich groß sein. So werden Männchen der Schmetterlingsart *Philosomia cynthia* noch aus einer Entfernung von 1,5 Meilen (14), Männchen von *Porthesia dispar* (1 und 2) noch aus Entfernungen bis 3,8 km von Weibchen ihrer Art angelockt. Diese außerordentliche Reichweite der Sexualduftstoffe bei Schmetterlingen hat vielfach zur Annahme

[1]) Teil VI von: F. Stellwaag, Untersuchungen über den Ersatz arsenhaltiger Bekämpfungsmittel im Weinbau.

verleitet, daß es sich nicht um Geruchswahrnehmungen, sondern um irgendwelche noch unbekannten Strahlenwirkungen handle (11 und 14). Die Beobachtung, daß sich Männchen gegenüber Weibchen, die sich in einem luftdicht abgeschlossenen Behälter befinden, völlig teilnahmslos verhalten, widerspricht jedoch dieser Auffassung. Das Ausbleiben einer Reaktion, wenn den Männchen die Fühler, die Träger der Geruchsorgane, entweder mit dichtem Lack überstrichen oder entfernt werden, weist ebenfalls darauf hin, daß es sich um Geruchswahrnehmungen von außerordentlicher Feinheit handelt (11 und 14).

Die Sexualduftstoffe liegen außerhalb des menschlichen Wahrnehmungsbereiches. Sie gehören zu den von Görnitz (6) so genannten Attraktivstoffen, die wie z. B. Cantharidin trotz scheinbarer Duftlosigkeit auch in kleinster Menge eine unwiderstehliche Anziehungskraft auf bestimmte Insekten ausüben, von Fremdgerüchen nicht überdeckt werden und außerdem bei steigender Konzentration eine sich entsprechend vergrößernde Wirkung entfalten. In den zuletzt genannten Eigenschaften unterscheiden sie sich von den allgemein bekannten, auch für uns riechbaren Duftstoffen, bei denen eine Veränderung der Konzentration oft ein Umschlagen der Reaktion zur Folge hat. Auf Grund der außerordentlichen Feinheit der Reaktion, sowie der Unmöglichkeit einer Überdeckung durch andere Duftstoffe ist mit Sicherheit anzunehmen, daß Attraktivstoffe durch besondere Receptoren zur Empfindung gelangen.

Die Wirkung der Sexualduftstoffe ist spezifisch. Die Männchen reagieren nach den bisherigen Versuchsergebnissen nur auf den von Weibchen ihrer Artzugehörigkeit ausgeschiedenen Duft. Artfremde Weibchen bleiben unbeachtet, solange sie nicht in unmittelbarer Nähe eines arteigenen Weibchens sich aufhalten, also im Gebiet höchster Wirkungsentfaltung des von diesen ausgeschiedenen Sexualduftstoffes. In diesem Fall sind allerdings Kopulationen zwischen artverschiedenen Geschlechtspartnern möglich. Im Experiment konnten z. B. Männchen von Saturniden mit Weibchen einer anderen Spezies zur Kopulation gebracht werden, wenn über diese Luft von artgleichen, unerreichbaren Weibchen her geblasen wurde (14). Der Reiz, der von einem in der Nähe befindlichen, für die Männchen aber unerreichbaren Weibchen ausgeht, ist so groß, daß auch Kopulationen mit Geschlechtsgenossen (Copula inter mares) eingegangen werden, wobei der Penis in den Darm eingeführt wird (11). Solche homogamen Kopulationen sind bei einer Reihe von Arten beobachtet worden (11 und 14). Besonders leicht sind sie beim Seidenspinner *Bombyx mori* zu erreichen. Meist sind sie sehr fest und von der Dauer einer normalen heterogamen Begattung.

Im allgemeinen wird der Sexualduftstoff nur von brünstigen Weibchen ausgeschieden. Nach erfolgter Vereinigung verlieren die Weibchen ihre anlockende Wirkung sehr rasch. Eine Ausnahme bilden Arten, bei denen eine mehrmalige Begattung erforderlich ist.

Der Sexualduftstoff wird bei fast allen Schmetterlingsarten aus Drüsen am Hinterende des Körpers abgesondert, die aus einer Intersegmentalfalte, gewöhnlich der zwischen dem 8. und 9. Segment gelegenen in der Weise entstehen, daß die Hypodermiszellen sich stark vergrößern und in die Tiefe wandern, wobei sich gleichzeitig der Kern verändert und sich zahlreiche kleine und große Sekretvakuolen bilden (20). Die Duftorgane sind bei den einzelnen Arten verschieden hoch entwickelt. Im ursprünglichsten Falle sind es nur sattelförmige Felder der erweiterten letzten Abdominalfalte. Auf höherer Entwicklungsstufe stehen die Duftringe, tief in das Körperinnere eingebuchtete Ringfalten, die nach außen vorgestülpt werden können. Durch lokale Oberflächenvergrößerung der Intersegmentalfalte kommt es schließlich zur Bildung von Duftsäcken, die von den brünstigen Weibchen nach außen vorgestülpt werden und dann, wie bei *Bombyx mori*, deutlich sichtbar sind. Die Duftsäcke liegen je nach der Art lateral, ventral oder dorsal. Bei Entfernung der Duftsäcke erlischt das Interese der Männchen für die Weibchen sofort; abgeschnittene, in die Nähe von Männchen gebrachte Duftorgane dagegen versetzen diese in einen deutlichen Erregungszustand und veranlassen sie zu Kopulationsbewegungen.

Nur selten finden sich statt Duftdrüsen Duftbüschel. Sie liegen meist auf den Tergiten oder Sterniten, immer aber an der Hinterleibsspitze. Gewöhnlich sind sie aus der ursprünglichen Behaarung entstanden.

III. Ziel der Untersuchungen

Verschiedene Beobachtungen weisen darauf hin, daß auch bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana* die Männchen von den Weibchen angelockt werden. In Ködergläsern fängt sich gelegentlich im Vergleich zu anderen eine auffallend große Menge von Motten. Bei näherer Untersuchung sind es gewöhnlich fast ausschließlich Männchen neben einem oder sehr wenigen Weibchen. Es dürfte sich bei letzteren um unbegattete, weibliche Falter handeln, die, selbst durch die Köderflüssigkeit angelockt, nun ihrerseits zahlreiche Männchen durch den Sexualduftstoff anlockten.

Aufgabe war, die Absonderung von Sexualduftstoff bei den Traubenwicklerweibchen nachzuweisen und gegebenenfalls seine Fernwirkung zu prüfen. Bei ausreichender Wirksamkeit ergibt sich die Möglichkeit, Vorrichtungen herzustellen, mit deren Hilfe Männchen durch den Sexualduftstoff in großer Zahl angelockt werden, bevor sie ihren Daseinszweck erfüllen konnten, so daß die meisten Weibchen unbegattet bleiben und keine befruchteten Eier ablegen. Dadurch würde die Zahl der Raupen in praktisch ausreichender Menge eingeschränkt werden können.

IV. Grundsätzliche Beobachtungen

1. In eine Petrischale wurde am 12. Juli 1937 morgens ein zwei Tage altes, unbegattetes Weibchen des einbindigen Traubenwicklers *Glysia ambiguella* gebracht. Gegen Abend schob ich ein gleichaltriges Männchen der gleichen Art, das ruhig auf einem Glasplättchen saß, vorsichtig, um es nicht zu beunruhigen, in die Schale. Es begann sofort unter heftigem Flügelschlagen um das Weibchen herumzulaufen, das auf dem Schalendeckel mit hängenden Flügeln trippelnde Schritte machte. Die Kopulation erfolgte nach kurzer Werbung sehr schnell, indem das Männchen das Abdomenende von der Seite her faßte und sich daraufhin in die entgegengesetzte Richtung wie das Weibchen einstellte. Bei Störungen zeigte sich das Weibchen als der aktivere Teil und zog das Männchen mit sich fort.

Versuche gleicher Art zu verschiedenen Tageszeiten (vormittags, nachmittags, abends) ergaben mit einer gewissen Sicherheit nur abends Kopulationen. Es folgt daraus, daß entweder der Sexualduftstoff von den Weibchen nur zu bestimmten Tageszeiten ausgeschieden wird, oder die Männchen nicht ununterbrochen darauf ansprechen. Sicher spielen Temperatur und Feuchtigkeit bei der Begattung eine gleich wichtige Rolle wie bei der Eiablage.

2. Der Versuch stellt eine Umkehrung des vorhergehenden dar. Ein nahezu 2 Tage altes Männchen von *Clysia ambiguella* hatte mehrere

Stunden lang unbeweglich am Deckel einer Glasschale von 20 cm Durchmesser gesessen. In die große Schale wurde mit der Öffnung nach oben abends vorsichtig der untere Teil einer Petrischale gelegt, an dessen senkrechter Wandung ein zwei Tage altes, unbegattetes Weibchen der gleichen Art in Ruhe verharrte. Es war festzustellen, ob auch in diesem Falle eine Reaktion fast augenblicklich erfolgte, woraus auf die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Sexualduftstoffes einerseits und die Reaktionsgeschwindigkeit des Männchens andererseits geschlossen werden konnte. Schon 14 Sekunden nach Schließung der großen Schale, die unmittelbar nach Einbringen des Weibchens erfolgte, begann das Männchen in gleicher Weise, wie oben geschildert, in großen Kreisen herumzulaufen und zu flattern. Die Kopulation erfolgte erst, nachdem das Weibchen seinen Platz in der Petrischale verlassen und sich auf den Deckel der großen Schale begeben hatte. Ausbreitungsgeschwindigkeit des Sexualduftstoffes und Reaktionsgeschwindigkeit des Männchens scheinen unter Berücksichtigung einer eventuellen geringen Störung beim Einbringen des Weibchens demnach groß zu sein.

3. In den beiden Fällen 1 und 2 konnte das Männchen den Geschlechtspartner mit Hilfe des Gesichtsinnes erkannt haben, so daß nicht Geruchs-, sondern Gesichtsreize den Erregungszustand hervorgerufen hätten. Es mußte daher die Möglichkeit einer visuellen Wahrnehmung ausgeschaltet werden. In eine Petrischale wurde mehrere Stunden lang ein unbegattetes Weibchen von *Clysia ambiguella* eingesperrt. Am Abend wurde die Schale ein Spalt weit geöffnet und durch kurze Stöße das Weibchen zum Laufen veranlaßt, wobei es sich aus dem Behälter fand. Unmittelbar darauf wurden zwei auf einem Stückchen Karton ruhig sitzende Männchen durch den Spalt in die Schale geschoben. Beide zeigten sofort die geschilderten Bewegungen, die auf eine sexuelle Reizung schließen ließen. Eine Gesichtswahrnehmung war dieses Mal ausgeschlossen. Es war damit einwandfrei bewiesen, daß wie bei allen Schmetterlingen, ein von den Weibchen ausgeschiedener Sexualduftstoff die Männchen in Erregung versetzt und zum Suchen veranlaßt. Wie in allen bisher bekannten Fällen ist auch bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana* der Sexualduftstoff vom Menschen nicht wahrnehmbar.

4. Sieben, einmal begattete Weibchen von *Clysia ambiguella* wurden mit Männchen ihrer Art, die noch nicht kopuliert hatten, in einer Petrischale zusammengebracht. Weder bei den Männchen noch bei den Weibchen waren irgendwelche sexuelle Erregungen zu erkennen; die Tiere verhielten sich gegenüber wie Geschlechtsgenossen. Kopulationen wurden bei längerer Beobachtungszeit nicht mehr eingegangen, auch abends nicht. Die Weibchen begannen alsbald mit der Eiablage. Wie bei anderen Schmetterlingsarten, deren Weibchen nur eine einmalige Begattung benötigen, verloren demnach auch die *ambiguella*-Weibchen nach erfolgter Kopulation ihre anlockende Wirkung.

5. In eine Petrischale wurden unbegattete Weibchen des bekreuzten Traubenwicklers *Polychrosis botrana* und junge Männchen des einbindigen Wicklers *Clysia ambiguella*, in eine andere Schale umgekehrt unbegattete Weibchen des einbindigen und junge Männchen des bekreuzten Wicklers gesetzt. Die Motten beachteten einander nicht. Die Wirkung des Sexualduftstoffes beider Arten ist daher eine spezifische.

Auf Grund der Beobachtungen wurden Laboratoriumsversuche durchgeführt.

V. Laboratoriumsversuche

Attraktivstoffe lösen im Gegensatz zu Duftstoffen in jeder Konzentration die gleiche Empfindung aus. Je größer die wirksame Menge ist, um so größer ist auch die Anziehungskraft. Diese Eigenschaft mußte auch für den Sexualduftstoff bei den Traubenwicklern nachzuweisen sein.

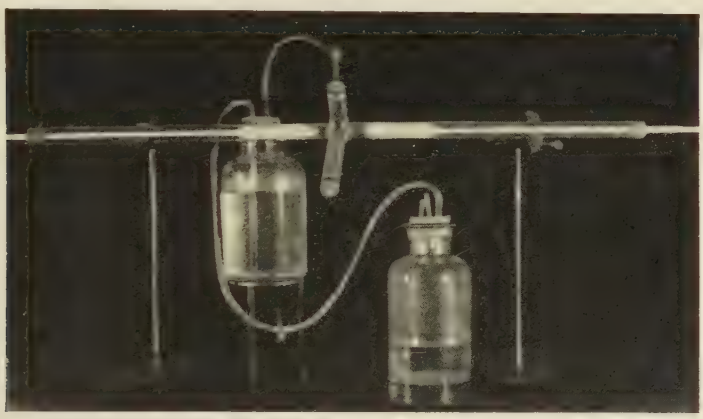


Abb. 1. Olfaktometer

Zu den Versuchen wurde ein nach eigenen Angaben hergestelltes Olfaktometer verwendet (Abb. 1). Es bestand aus einer Glasröhre (Hauptröhre) von 1 m Länge und 2,5 cm lichter Weite, in deren Mitte rechtwinklig zueinander und zur Hauptröhre zwei gleichweite, aber kürzere Glasröhren (Nebenröhren) von 6 bzw. 15 cm Länge abzweigten. An die kürzere schloß sich eine einfache Absaugevorrichtung an: zwei in verschiedener Höhe angebrachte, miteinander verbundene Flaschen. Aus der oberen floß Wasser in die tiefer stehende, wodurch Luft durch das Olfaktometer in den oberen Behälter nachgesogen wurde. Zwei hohle Glaskolben von je 12 cm Länge, die sich nach der einen Seite in eine 7 mm weite, 40 cm lange Glasröhre fortsetzten, waren dicht schließend, aber ausziehbar rechts und links in die Hauptröhre eingepaßt. Die längere der beiden, in der Mitte abzweigenden Nebenröhren diente als Einlaßöffnung, und war mit einem Korkstopfen verschließbar.

In einen Kolben wurde ein junges, unbegattetes Weibchen des bekreuzten Traubenwicklers *Polychrosis botrana* eingesetzt und darauf so-

wohl der besetzte wie der leere Kolben mit Gaze nach beiden Seiten abgeschlossen. Das innere Ende beider Kolben war von der Mitte der Hauptröhre 25 cm entfernt. Nach Inbetriebnahme der Absaugevorrichtung wurde durch beide Kolben Luft in die kürzere Nebenröhre und von dort in die obere Wasserflasche gesogen. Eine Anstauung des von dem Weibchen ausgeschiedenen Attraktivstoffes in der Hauptröhre wurde dadurch vermieden. In die nach der Hauptröhre zu leicht steigende Einlaufröhre wurden nach Ablauf mehrerer Stunden gegen Abend kleine Behälter mit der Öffnung nach oben gebracht, die jeweils ein junges *botrana*-Männchen enthielten. Durch die Neigung nach oben zu laufen, kamen die Motten in die Einlauf- und Hauptröhre. Von 12 im Einzelversuch geprüften Männchen wandten sich 10 sofort nach der Seite, auf der sich das Weibchen befand. Die zwei restlichen waren zunächst einige Zentimeter in die falsche Richtung geflattert, kehrten aber gleich wieder um und kamen auf der richtigen Seite bis zur Gaze, auf der das Weibchen saß. Zur Vermeidung von Fehlern wurde der Versuch vor einem Fenster ausgeführt, so daß das Olfaktometer sich allseitig in gleicher Helligkeit befand. Zur sicheren Beweisführung wurden außerdem nach jedem Einzelversuch die beiden Kolben ausgetauscht.

Nachdem im Vorversuch einwandfrei festgestellt war, daß das benutzte Weibchen Sexualduftstoff absonderte, wurden in den bisher unbesetzten Kolben drei unbegattete Weibchen von *Polychrosis botrana* vom gleichen Alter wie das vorher geprüfte gebracht. Die Versuchsanordnung und Durchführung war im übrigen die gleiche wie oben. Von 12 im Einzelversuch geprüften Männchen entschieden sich 11 für die Seite, auf der sich gerade der mit den drei Motten besetzte Kolben befand. Ein Männchen blieb in der Mitte und kletterte später in die mit der Absaugevorrichtung verbundene kürzere Nebenröhre.

Die Bevorzugung der Seite, auf der sich jeweils die drei brünstigen Weibchen befanden, beweist, daß die Wirksamkeit des Sexualduftstoffes mit der abgesonderten Menge steigt, andernfalls die Verteilung der Männchen nach beiden Seiten eine ungefähr gleiche gewesen wäre.

VI. Ergebnis der Beobachtungen und Laboratoriumsversuche

1. Unbegattete Weibchen von *Clysia ambiguella* versetzen unter vorläufig unbekannten Bedingungen, mit großer Sicherheit gegen Abend, in engen Behältern arteigene Männchen in einen sexuellen Erregungszustand, der zur Kopulation führt.

2. Um diesen Reizzustand hervorzurufen, ist die gleichzeitige Anwesenheit eines brünstigen Weibchens im Versuchsgefäß nicht unbedingt erforderlich. Es genügt, wenn ein solches sich vorher eine gewisse Zeit darin aufgehalten hat. Es kann sich also nur um die Wirkung eines Sexualduftstoffes handeln, der für den Menschen nicht wahrnehmbar ist und zu den Attraktivstoffen gerechnet werden muß.

3. Der Sexualduftstoff wird nur von brünstigen, unbegatteten Weibchen ausgeschieden. Nach der Begattung verlieren diese die Fähigkeit, Männchen sexuell zu reizen.

4. Die Wirkung des Sexualduftstoffes ist eine spezifische. Gegenüber unbegatteten Weibchen des bekreuzten Traubenwicklers *Polychrosis botrana* verhalten sich die Männchen des einbindigen Wicklers *Clysia ambiguella* wie gegenüber begatteten Weibchen der eigenen Art, und umgekehrt.

5. Mit der abgesonderten Menge des Sexualduftstoffes steigert sich auch die Wirksamkeit: drei brünstige Weibchen von *Polychrosis botrana* üben auf die Männchen einen größeren Reiz aus wie ein einziges.

VII. Freilandversuche

Die Laboratoriumsversuche haben lediglich die von anderen Schmetterlingen bekannte Tatsache bewiesen, daß die Männchen des Traubenwicklers unbegattete Weibchen an dem von diesen ausgeschiedenen Sexualduftstoff erkennen und auf kleine Entfernungen zu ihnen hingeleitet werden. Durch die räumliche Begrenzung bei Laboratoriumsversuchen und durch die beschränkte Zahl der zur Verfügung stehenden Versuchstiere war es jedoch nicht möglich, festzustellen, ob ähnlich wie bei verschiedenen anderen Schmetterlingsarten Männchen auch aus größerer Entfernung und in Massen angelockt werden. Dies konnte nur im Freiland untersucht werden.

Versuch 1

Für die Freilandversuche wurden fächerförmige Fallen hergestellt, die eine uneingeschränkte Ausbreitung des Sexualduftstoffes nach allen Seiten hin ermöglichten und trotzdem eine große Fangfläche besaßen. Auf einer horizontalen, achteckigen Unterlage wurden acht starke Pappkartons von Dinformat so befestigt, daß sie, unter Einhaltung eines Zwischenraumes in der Mitte, radial nach außen auf die 8 Ecken zuliefen. Der freie Raum in der Mitte diente zur Aufnahme eines Behälters für die Weibchen, der aus zwei durch ein 25 cm langes Holzstäbchen verbundene, im Durchmesser 5 cm große Korkstopfen bestand, über die ein oben zusammenziehbares Gazesäckchen gespannt war. Durch den oberen Korken war zum leichteren Einbringen der Weibchen ein Glasröhrchen gesteckt, das mit Watte schnell und fest verschlossen werden konnte. Jeweils auf der einen Seite der 8 Pappscheiben wurde ein weißes, auf der anderen ein schwarzes mit Avenarius-Raupenleim bestrichenes Blatt Papier von Dinformat mit Hilfe von Briefklammern befestigt. Da die schwarzen und weißen Fangpapiere auf die sich entsprechenden Seiten der Scheiben kamen, besaß somit nicht nur jedes Fach eine schwarze und eine weiße Seite, sondern für die anfliegenden Motten, gleich aus welcher Richtung sie kamen, mußte stets die eine Hälfte der Falle schwarz, die andere weiß erscheinen. Eine etwaige Bevorzugung mußte sich leicht feststellen lassen.

Die Männchenfalle wurde auf einem Pfosten 150 cm hoch inmitten eines vorwiegend von einbindigen Wicklern beflogenen Weinberges bei Geisenheim befestigt, der auf zwei Seiten von Äckern, auf der dritten Seite von einem Fußweg begrenzt war. Ein auf der vierten Seite sich anschließender Weinberg von ungefähr gleicher Ausdehnung wurde als Vergleichsfeld mit 83 Ködergläsern, die Tresterwein mit Zucker- und Essigzusatz enthielten, gleichmäßig behängt. Der Abstand von Glas zu Glas betrug 3 m. In den Gazebehälter wurden 5 unbegattete, einen Tag alte Weibchen von *Clysia ambiguella* gebracht. Vier davon gingen aus unbekannter Ursache nach einem Tag ein. Die am 8., 9. und 10. Juli 1937 gefangenen Männchen waren daher nur von einem Weibchen angelockt worden. Das Versuchsergebnis ist in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

Männchenfalle

Anzahl der gefangenen Männchen

Kontrolle am	Schwarz	Weiß	Zusammen
7. Juli 1937	6	20	26
8. Juli 1937	37	79	116
9. Juli 1937	26	51	77
10. Juli 1937	18	34	52
Zusammen	87	184	271
	32%	68%	

Die provisorisch erbaute Falle wurde leider in der Nacht vom 10. auf 11. Juli durch starken Platzregen zerstört, so daß die Versuche ein vorzeitiges Ende fanden.

Bei den gefangenen Motten handelte es sich, wie nach den Laboratoriumsversuchen nicht anders zu erwarten war, ausschließlich um Männchen der einbindigen Art. Das Fangergebnis war in Anbetracht des schwachen Fluges sehr befriedigend. Interessant ist ein Vergleich mit dem Fangergebnis der 83 Ködergläser im Nachbarweinberg:

Ködergläser

Anzahl der gefangenen Motten

Kontrolle am	∧	Davon ∧ Männchen
7. Juli 1937	60	39
8. Juli 1937	42	16
9. Juli 1937	49	22
10. Juli 1937	61	14
Zusammen	212	91

(∧ = *Clysia ambiguella*)

Die Männchenfalle weist mit 271 gefangenen Motten ein besseres Fangergebnis auf als die 83 über eine Fläche von rund 790 qm ver-

teilten Ködergläser mit 212 einbindigen Motten, von denen 91 männlichen Geschlechts waren. Wenn man vom ersten Tag (7. Juli 1937) absieht, wo möglicherweise noch 5 Weibchen ihre Anziehungskraft entfaltet haben konnten, hat ein einziges Weibchen nahezu die fünffache Menge von Männchen wie die 83 Ködergläser und das 1,2fache an Motten überhaupt, ohne Berücksichtigung des Geschlechtes gefangen.

Bei der Männchenfalle war das Fangergebnis am 2. Tag (8. Juli 1937) am höchsten, um dann in den beiden nächsten Tagen abzunehmen. Am 4. Tag war es auf die Hälfte gesunken. Bei den Ködergläsern dagegen war, wenn man die Geschlechter nicht berücksichtigt, der Fang am 1. (7. Juli) und am 4. Tag (10. Juli) am ergiebigsten. Die meisten Männchen fingen sich in den Gläsern am 1. (7. Juli) und am 3. Tag (9. Juli). Die Höhepunkte fielen also bei der Männchenfalle und den Ködergläsern nicht zusammen. Die Gründe konnten noch nicht geklärt werden. Theoretisch ist folgendes möglich:

1. Die Ausscheidung von Sexualduftstoff bei den Weibchen erfolgt nicht dauernd oder wenigstens nicht immer in gleichbleibender, voller Stärke. Witterungseinflüsse können dabei eine maßgebende Rolle spielen, indem z. B. nur unter ganz bestimmten Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen ein Lockreiz ausgeübt wird. Auf diese Weise läßt sich der gewaltige Anstieg des Fangergebnisses vom 1. zum 2. Versuchstag erklären. Die Gründe können aber auch innere sein, insofern die Reizentfaltung mit zunehmendem Alter geringer wird. Die anlockende Wirkung wäre in diesem Falle am 2. Lebenstag des Weibchens am größten gewesen, um dann stetig abzunehmen. Es ist möglich, daß beide Erklärungen gleichzeitig zutreffen.

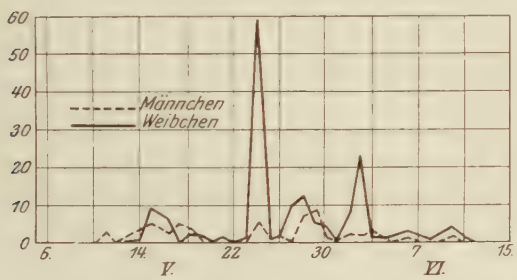


Abb. 2a. Mottenflugkurve. Geisenheim. Katzenloch

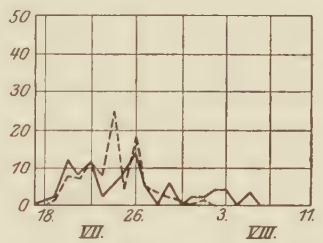


Abb. 2b. Mottenflugkurve. Geisenheim. Mäuerchen

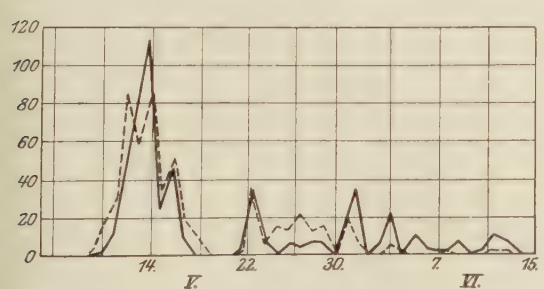


Abb. 2c. Mottenflugkurve. Rüdesheim. Rottland

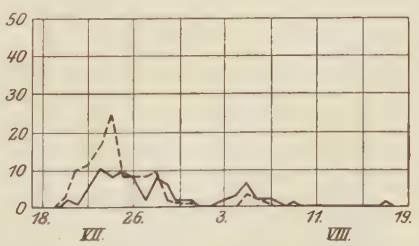


Abb. 2d. Mottenflugkurve. Geisenheim. Mäuerchen

2. Der Flug der Männchen ist stark von der Witterung abhängig. Stellt man die Mottenflugkurve (16) für Männchen und Weibchen getrennt auf, so ergibt sich sehr häufig keine Übereinstimmung (siehe Abb. 2). Es mag dies damit zusammenhängen, daß die optimalen Witterungsverhältnisse für die Männchen sich nicht völlig mit denen der Weibchen decken, d. h. daß die Ansprüche an die Witterung bei beiden Geschlechtern verschieden sind. Es ist möglich, daß trotz fortwährender Sexualduftstoffausscheidung ein Anflug auf die Weibchen nur unter ganz bestimmten äußeren Verhältnissen erfolgt.

Die Abnahme des Fangergebnisses läßt sich aber auch auf eine gewisse Erschöpfung des Bestandes an Männchen in der Umgebung der Falle zurückführen. Vielfach wird angenommen, daß der einbindige Traubenwickler ein Ortstier ist (16). In diesem vorläufig schwer zu beweisenden Falle wäre die Abnahme verständlich. Bei den später gefangenen Motten würde es sich hauptsächlich um in der Zwischenzeit geschlüpfte Tiere handeln.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß mehrere Faktoren für das Zustandekommen der verschiedenen Fangergebnisse verantwortlich sind.

Auffallend ist die Verschiedenheit des Fangergebnisses auf den weißen und den schwarzen Papieren. Auf Weiß hatten sich mehr als doppelt so viele Falter gefangen wie auf Schwarz (siehe Tabelle). Diese deutliche Bevorzugung hängt wohl mit einer positiv phototaktischen Einstellung der Motten zusammen, die man bekanntlich früher durch Aufstellen von Fanglampen, allerdings erfolglos für die Schädlingsbekämpfung auszunutzen versucht hat[1]).

Versuch 2

Im Gegensatz zu Geisenheim kommt auf der benachbarten Rüdesheimer Gemarkung hauptsächlich der bekreuzte Traubenwickler *Polychrosis botrana* vor. Von 2142 im Jahre 1938 in Ködergläsern gefangenen Motten gehörten nur 11 der einbindigen Art an, also 5 ‰. Dieser auffallende Unterschied im Vorkommen ist eine Folge des verschiedenen Klimas, denn in Rüdesheim herrscht eine vom bekreuzten Wickler vorgezogene trockene, in Geisenheim dagegen eine wesentlich feuchtere, der einbindigen Art die besseren Lebensbedingungen gebende Witterung. Es bestand infolgedessen die günstige Gelegenheit, in Rüdesheim das Verhalten des bekreuzten Wicklers zu untersuchen.

[1]) Die Falle wurde täglich morgens gegen 9 Uhr kontrolliert. Bei einer ausnahmsweise vorgenommenen, zusätzlichen Prüfung an einem Abend ergab sich, daß auch tagsüber einige Motten angeflogen waren, jedoch ausnahmslos auf die schwarzen Flächen. Da die Falle in der folgenden Nacht durch Regen zerstört wurde, war es mir nicht mehr möglich nachzuprüfen, ob es sich hier um einen Zufall handelte oder ob die Motten, nach Anbruch des Tages in eine Dunkelstimmung geraten, umgekehrt wie nachts die schwarzen Papiere den weißen vorgezogen hatten. Die Beobachtung, daß tagsüber aufgescheuchte Motten dunkle, schattige Stellen anfliegen, spricht für diese Annahme. So wurde z. B. eine in Pommern an der Mosel aufgestellte Falle mit schwarzen Fangflächen ohne Lockmittel am Tage von einigen bekreuzten Motten zielsicher angeflogen.

Die Versuche wurden im Sommer 1938 durchgeführt. Im Gegensatz zum Vorjahr wurden festere Fallen aus Holz verwendet. Die Zahl der Flügel wurde auf vier reduziert (Abb. 3). Die mit Raupenleim bestrichenen Fangpapiere waren weiß. Die Maße der Falle waren die gleichen geblieben.

Die Männchenfalle war inmitten eines größeren, nach Süden abfallenden Weinberges auf einem Pfosten so befestigt, daß jeweils ein

Abb. 3. Männchenfalle in Rüdesheim

Fach einer Haupthimmelsrichtung zugekehrt war. Zum Vergleich waren im Abstand von durchschnittlich 100 m Ködergläser, die mit Essig und Zucker gemischten Tresterwein enthielten, aufgehängt. Die Beobachtungszeit erstreckte sich auf 10 Tage. Das Versuchsergebnis war folgendes:

Männchenfalle

Datum	Anzahl der Lockweibchen	N		O		S		W		Zusammen
		1	2	3	4	5	6	7	8	
23. Juli 1938 .	6	8	4	10	16	34	24	5	11	112
24. Juli 1938 .	6	43	67	8	26	17	36	—	2	199
25. Juli 1938 .	6	1	3	2	6	2	9	—	—	23
26. Juli 1938 .	11	40	101	50	41	5	30	—	—	267
27. Juli 1938 .	11	11	29	20	16	7	5	4	4	96
28. Juli 1938 .	11	7	15	21	45	20	29	2	—	139
29. Juli 1938 .	11	10	6	13	14	5	3	1	—	52
30. Juli 1938 .	10	1	2	2	15	3	4	—	2	29
31. Juli 1938 .	10	—	—	—	4	1	9	4	3	21
1. August 1938	8	1	—	1	2	—	4	1	—	9
		122	227	127	185	94	153	17	22	947
		349		312		247		39		

Wie im vorhergehenden Versuch war auch in diesem die Zahl der gefangenen Männchen, die erwartungsgemäß alle der bekreuzten Art angehörten, hoch, besonders wenn man die Fangergebnisse der 5 Kontrollgläser zum Vergleich heranzieht:

5 Ködergläser

Datum	Gesamtfang an x Motten	Davon Männchen
23. Juli 1938	59	21
24. Juli 1938	105	18
25. Juli 1938	62	6
26. Juli 1938	53	7
27. Juli 1938	30	18
28. Juli 1938	38	6
29. Juli 1938	43	8
30. Juli 1938	50	5
31. Juli 1938	38	—
1. August 1938	20	3
Zusammen	498	92

(x = *Polychrosis botrana*)

Nur am 25., sowie den 3 letzten Versuchstagen am 30., 31. Juli und 1. August war der Gesamtfang der Ködergläser höher als derjenige der Männchenfalle, an den übrigen Tagen dagegen so beträchtlich geringer, daß das Endresultat der Männchenfalle nach 10 Tagen um nahezu das Doppelte höher war. Berücksichtigt man bei den Ködergläsern jedoch nur das männliche Geschlecht, so ergibt sich ein um das Zehnfache höheres Fangergebnis der Männchenfalle. Wie im vorhergehenden Versuch ergibt sich keine Parallelität der Fangkurven. Im vorliegenden Fall kann dies teilweise auf die wechselnde Zahl der Lockweibchen zurückgeführt werden. Am 25. Juli waren nachmittags die 6 bis dahin verwendeten Lockweibchen durch 11 andere, einen Tag alte ersetzt worden. Das mehr als zehnfach höhere Fangergebnis am folgenden Tag dürfte nach den Laboratoriumsversuchen auf die infolgedessen verstärkte Ausscheidung von Sexualduftstoff zurückzuführen sein. Ein Ersatz fand von diesem Tag an nicht mehr statt. Mit Ausnahme vom 29. Juli nahmen die Fangergebnisse wie im vorhergehenden Versuch langsam ab. Am 1. August waren sämtliche Weibchen tot und der Versuch wurde daher abgebrochen.

Ein Vergleich der einzelnen Fächer der Männchenfalle ergibt ein auffallend schlechtes Fangergebnis für die Westseite. Eine Erklärung dafür zu finden, ist schwierig. Vielleicht sind Luftströmungen für die Verschiedenheit verantwortlich.

Die Ergebnisse der beiden vorhergehenden Versuche lassen vermuten, daß die Wirkung des Sexualduftstoffes nicht auf die allernächste

Umgebung der Falle beschränkt ist und es sich bei den gefangenen Männchen nicht um zufällig in unmittelbare Nähe geratene Schmetterlinge handelt, sondern daß ein zielsicherer Anflug schon aus größerer Entfernung erfolgt ist. Zum Beweis wurden daher in den beiden folgenden Versuchen die Fallen außerhalb der Weinberge aufgestellt. Der Abstand wurde so groß gewählt, daß Ansammlungen von Motten nahe der Falle nicht zu erwarten waren.

Versuch 3

Der Versuch wurde in der Nacht vom 13. bis 14. Juli 1937 auf Geisenheimer Gemarkung durchgeführt. Die Falle entsprach in ihren Ausmaßen den bereits beschriebenen, nur waren statt 8 bzw. 4 Fächer 6 vorhanden. Wie im Versuch 1 wurden schwarze und weiße Fangpapiere verwendet; jedoch war jeweils eine Tafel auf beiden Seiten schwarz, die nächste weiß usw. Die Fangapparatur wurde auf einem Pfosten, 150 cm hoch, ungefähr in der Mitte eines quadratischen, auf 3 Seiten von Weinbergen umschlossenen Ackers aufgestellt (Abb. 4). Die kleinste Entfernung bis zur nächstgelegenen Rebzeile betrug etwa 25 m. In den Weibchenbehältern wurden 5 einbindige, unbegattete Motten im Alter von 2 Tagen eingesetzt. Das Resultat übertraf alle bisherigen:

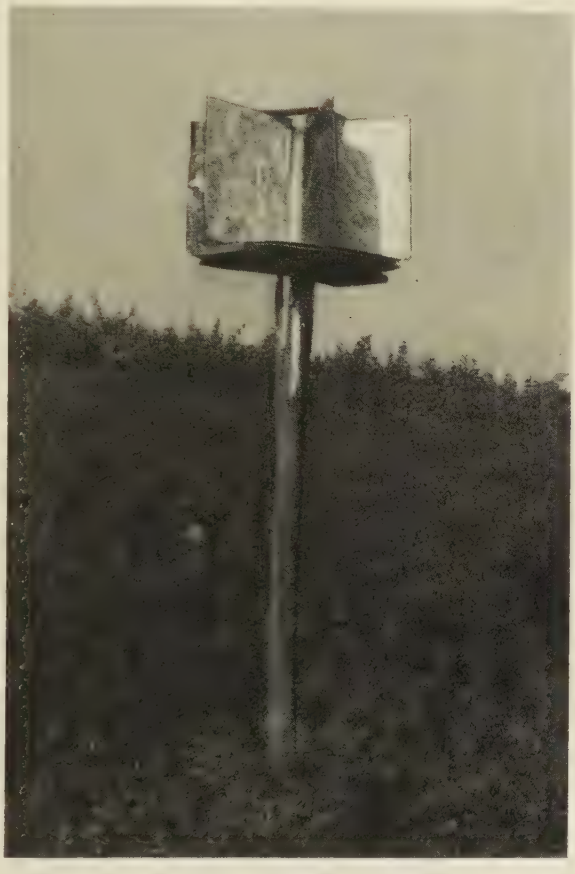


Abb. 4. Männchenfalle in Geisenheim

Männchenfalle

	Weiß	Schwarz	Zusammen
Anzahl der gefangenen ♂ Motten . . .	250	90	340
In Prozenten	74 %	26 %	

Im Abstand von 100 bzw. 120 m waren zwei Weinberge mit 80 bzw. 83 Ködergläsern, die die gebräuchliche Mischung enthielten, gleichmäßig, im Abstand von 3 bzw. 4 m behängt. Die Fangergebnisse in der

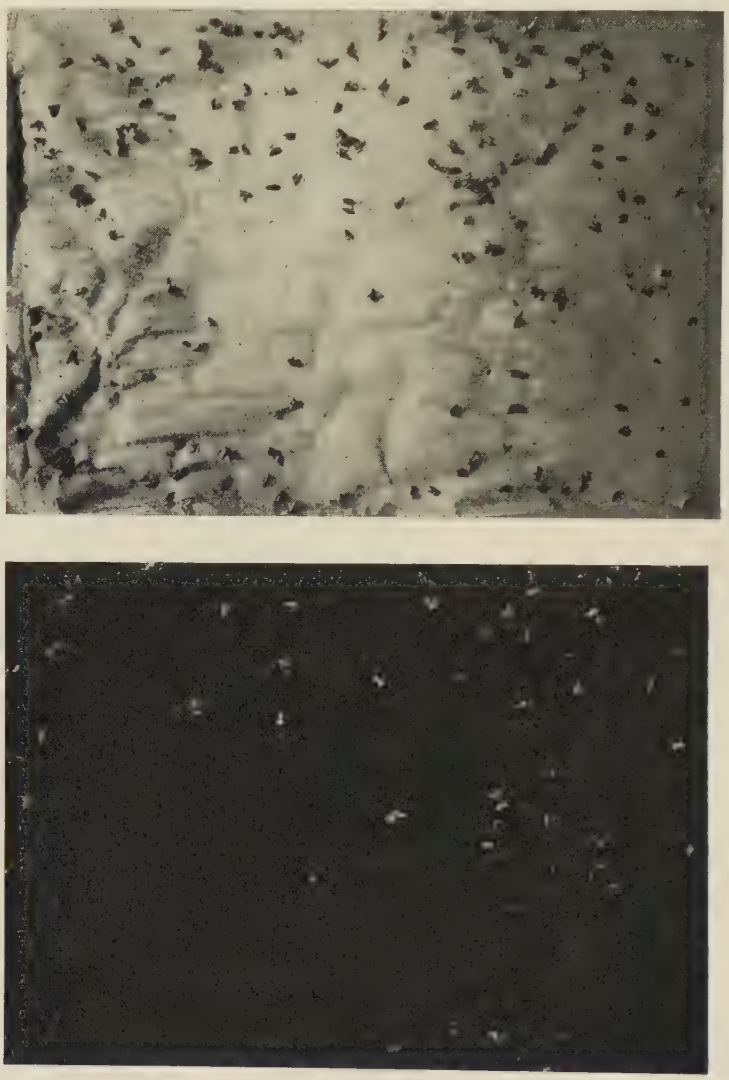


Abb. 5. Weiße und schwarze Fangfläche der Geisenheimer Männchenfalle

Nacht vom 13. bis 14. Juli 1937 sind in folgender Tabelle zusammengefaßt:

Ködergläser

		∧ Motten	Davon ∧ Männchen
Kontrollweinberg I.	83 Gläser	170	116
Kontrollweinberg II.	80 Gläser	137	56

Die Männchenfalle hatte demnach mehr Motten angelockt wie die 163 auf eine große Fläche verteilten, mit dem besten bisher bekannten Lockmittel gefüllten Ködergläser zusammen. Läßt man die gefangenen Weibchen außer acht, so handelt es sich sogar um die doppelte Menge.

Die Bedeutung des Versuches liegt vor allem aber im Nachweis, daß ein Anflug der Männchen aus 25 m Entfernung erfolgt sein muß, denn dies war die Mindestentfernung bis zu den nächstwachsenden Reben. Es erscheint unwahrscheinlich, daß Motten sich in so großer Zahl, wie man es nach dem Fangergebnis erwarten müßte, außerhalb des Weinberges aufgehalten haben. Die Fernwirkung des von fünf brünstigen *ambiguella*-Weibchen ausgeschiedenen Sexualduftstoffes erstreckt sich daher auf mindestens 25 m im Umkreis; wahrscheinlich ist sie aber noch größer.

Im Versuch 1 hatten sich 68 % der Motten auf den weißen Flächen gefangen. Daß dies kein Zufall war, wurde durch den letzten Versuch bewiesen: 74 % der Männchen waren auf die weißen Fangpapiere zugeflogen (Abb. 5).

Versuch 4

In einem Versuch gleicher Art wurde 1938 bei Rüdesheim die Fernwirkung des Sexualduftstoffes bei *Polychrosis botrana* geprüft. Die aus Holz hergestellte Falle besaß vier, einheitlich mit weißen Fangpapieren versehene Flügel. Sie war, wie aus dem Lageplan (Abb. 6) zu ersehen ist, auf einer Wiese aufgestellt, die nach 3 Seiten von Weinbergen, nach

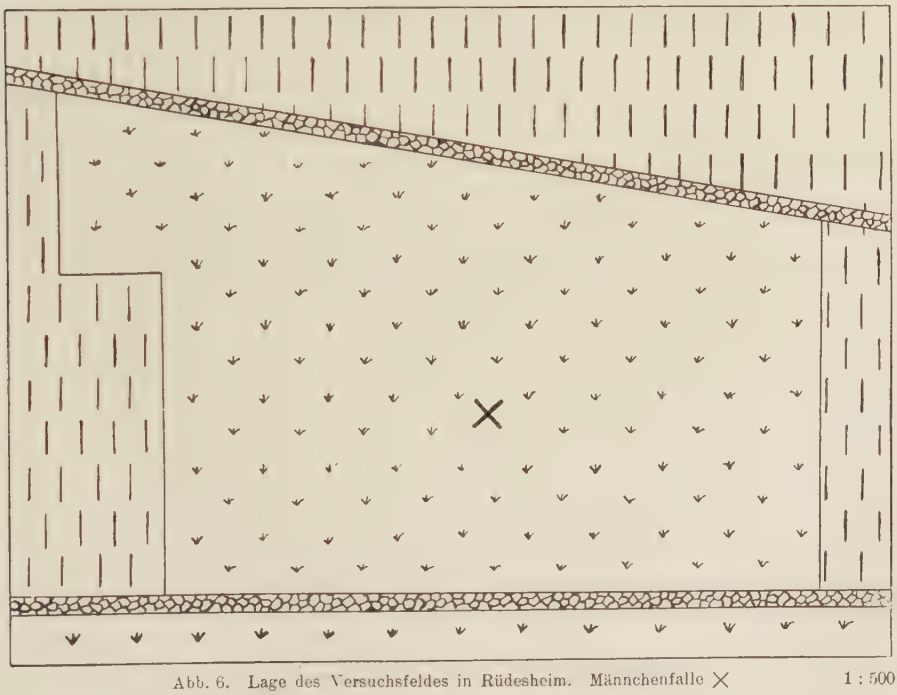


Abb. 6. Lage des Versuchsfeldes in Rüdesheim. Männchenfalle × 1 : 500

der vierten Seite von einem Gemüsegarten begrenzt war. Der kürzeste Abstand zu dem nördlich gelegenen, durch eine Mauer um 2 m erhöhten Weinberg betrug ungefähr 20 m, zu den beiden andern ungefähr 25 m. Im Weibchenbehälter befanden sich 14 unbegattete, einen Tag alte *botrana*-Weibchen, die während des Versuches nicht ersetzt wurden.

Männchenfalle

Datum	N		O		S		W		Zusammen
	1	2	3	4	5	6	7	8	
29. Juli 1938	74	4	201	304	158	321	4	3	1069
30. Juli 1938	14	3	14	49	123	73	37	53	366
31. Juli 1938	5	1	2	7	11	68	37	4	135
1. August 1938	4	—	2	17	13	7	4	—	47
	97	8	219	377	305	469	82	60	1617
	105		596		774		142		

Wider Erwarten übertrifft das Resultat der auf der Wiese stehenden Männchenfalle jenes der inmitten eines Weinberges in einer Entfernung von ungefähr 200 m aufgestellten ganz beträchtlich (siehe Versuch 2). In der folgenden Tabelle wurden die Fangergebnisse an x Männchen beider Fallen und von 5 Kontrollgläsern in der Zeit vom 29. Juli bis 1. August 1938 einander gegenübergestellt.

Datum	Männchenfalle Wiese		Männchenfalle Weinberg		5 Ködergläser
	Lock-weibchen	gefangene Motten ♂	Lock-weibchen	gefangene Motten ♂	gefangene Motten ♂
29. Juli 1938	14	1069	11	52	8
30. Juli 1938	14	366	10	29	5
31. Juli 1938	14	135	10	21	—
1. August 1938 . . .	14	47	8	9	3
Zusammen	—	1617	—	111	16

Die 5 Ködergläser haben in der gleichen Zeit siebenmal weniger Männchen gefangen als die Falle im Weinberg und 101mal weniger als die freistehende. Dieser Unterschied offenbart die gewaltige Anziehungskraft des Sexualduftstoffes beim bekreuzten Traubenwickler sehr deutlich. Der überraschend große Fang der Männchenfalle am 29. Juli 1938 mit 1069 Motten liefert einen sicheren Beweis dafür, daß die Wirksamkeit des Sexualduftstoffes auch über die angegebenen Entfernungen von 20, bzw. 25 m erhalten bleibt. Bei stärkerem Mottenflug wäre eine noch wesentlich größere Zahl von Motten gefangen worden. Durch Verwendung von noch mehr Lockweibchen hätte das Ergebnis auf Grund der im Laboratorium gewonnenen Resultate sicher noch

gewaltig gesteigert werden können. Die stetige Abnahme des Fanges in der Folgezeit um jeweils $^2/_3$ des Vortages kann eine Folge des Alterns der Weibchen und einer allmählichen Erschöpfung des Männchenbestandes sein.

Wie im Versuch 2 wies auch im Versuch 4 das Fach nach der Westseite zu, diesmal aber auch das dem Norden zugekehrte, ein im Verhältnis zu den beiden anderen Fächern geringes Fangergebnis auf.

VIII. Ergebnis der Freilandversuche

1. Der von brünstigen Weibchen beider Traubenwicklerarten ausgeschiedene Sexualduftstoff übt eine große spezifische Lockwirkung auf die artgleichen Männchen aus, die jene des besten bisher bekannten Lockmittels, Tresterwein mit Essig- und Zuckerzusatz, um ein Vielfaches übertrifft.

2. Der Wirkungsbereich des von mehreren Weibchen abgesonderten Sexualduftstoffes ist nicht auf die nächste Umgebung beschränkt, sondern erstreckt sich nach dem Ergebnis der Versuche auf mindestens 20 m im Umkreis bei *Polychrosis botrana* und 25 m bei *Clysia ambiguella*. Vermutlich ist der Sexualduftstoff aber auf noch wesentlich größere Entfernungen wirksam und kann die Anziehungskraft bei Verwendung einer größeren Anzahl von Lockweibchen noch beträchtlich gesteigert werden.

3. Nach den Fangergebnissen von Ködergläsern, die eine Mischung von Tresterwein, Essig und Zucker enthielten, und von besonders konstruierten Männchenfallen aufgestellte Fangkurven zeigten keine Parallelität. Die täglichen Fangresultate der Fallen sind mit großer Wahrscheinlichkeit vom Zusammenwirken verschiedener äußerer und innerer Faktoren wie Witterung, Alter der Lockweibchen, und vom Bestand an Männchen abhängig.

4. Nach Westen, in einem Fall auch nach Norden zugekehrte Fangflächen wiesen bei *Polychrosis botrana* aus unbekannten Gründen einen relativ geringen Fang auf. Möglicherweise spielen leichte Luftströmungen während der Versuchszeit dabei eine Rolle.

5. Weiße Fangpapiere wurden von den anfliegenden *ambiguella*-Männchen schwarzen deutlich vorgezogen.

IX. Auswertung für die Bekämpfung

Die ersten Versuche, die Anziehungskraft von brünstigen Schmetterlingsweibchen für die Schädlingsbekämpfung auszunützen, dürften wohl aus dem Jahre 1893 stammen. A. H. Kirkland und später H. N. Reid (15) versuchten die Männchen des Schwammspinners in so großer Zahl an Fallen, die im wesentlichen aus mit Leim bestrichenen Behältern für die Weibchen bestanden, zu locken und zu vernichten, daß die Mehrzahl der Weibchen unbefruchtet bleiben mußte, und die Zahl der entwicklungsfähigen Eier so verkleinert wurde. Da aber der Erfolg gering

war, wurden die Versuche zunächst abgebrochen und erst nach längerer Pause von C. W. Collins und S. F. Potts (1 und 2) wieder aufgenommen. Diese benutzten nicht mehr lebende Weibchen als Köder, sondern Extrakte, die mit Hilfe von verschiedenen Lösungsmitteln aus den Abdomina kurz vorher getöteter, unbegatteter Weibchen gewonnen worden waren. Die Ergebnisse waren sehr verschieden, besserten sich aber stetig mit zunehmender Vervollkommnung der Lösungsmittel. Ähnliche Versuchsergebnisse wie vom Schwammspinner liegen auch von der Nonne *(Lymantria monacha)* vor (4 und 10).

Kaum gegen ein anderes Schadinsekt hat man sich in gleicher Weise bemüht, wirksame Köderverfahren zu finden, wie gegen den Traubenwickler. Wenn die Fangergebnisse in keinem Fall ausreichend waren, so dürfte dies auf die Art der verwendeten Stoffe zurückzuführen sein, die in keinerlei Beziehung zu den natürlichen Umweltbedingungen oder wichtigen Funktionen stehend, für die Motten völlig bedeutungslos waren und daher auch nicht beachtet wurden. Die vorliegenden Versuche haben ergeben, daß der Sexualduftstoff, dem beim Auffinden der Geschlechter die bedeutendste Rolle zufällt, schon in der von den Weibchen abgesonderten minimalen Menge eine im Vergleich zu den bisher geprüften Lockmitteln gewaltige Attraktivkraft entfaltet. Der Gedanke, den Sexualduftstoff bei der Bekämpfung der Traubenwickler in Anwendung zu bringen, ist daher naheliegend.

Im Gegensatz zu anderen Lockmitteln wirkt der Sexualduftstoff nur auf das männliche Geschlecht. Aussicht auf einen Erfolg besteht daher nur, wenn die Männchen fast ausnahmslos vernichtet werden, bevor sie ihren Daseinszweck erfüllen konnten, und die Weibchen infolgedessen in der überwiegenden Mehrzahl unbegattet bleiben. Die Verhältnisse bei beiden Traubenwicklerarten sind besonders günstig. Nach den übereinstimmenden Berichten verschiedener Autoren sind die zuerst erscheinenden Schmetterlinge jeder Generation fast durchweg Männchen. Nach Marchal (13) betrug 1911 an der Marne der Anteil der Männchen zu Beginn des Fluges 93 %, gegen Ende nur noch 34 %. Eigene Beobachtungen und Versuche bestätigen diese Angaben.

Auf Kontrollgängen Ende April, Anfang Mai 1938, zu einer Zeit, in der die Ködergläser noch keine Fänge aufwiesen, wurden aufgescheuchte Motten verfolgt, mit Hilfe eines Reagenzglases nach dem Absetzen gefangen und auf ihre Geschlechtszugehörigkeit geprüft. Alle Motten waren Männchen.

Datum	♂ Männchen	♀ Weibchen
29. April 1938	3	—
5. Mai 1938	2	—
6. Mai 1938	2	—
9. Mai 1938	2	—
10. Mai 1938	3	—

Der Einwand, daß auch Weibchen im gleichen Zeitraum vorhanden waren, sich vorerst aber nur weniger aktiv zeigten wie die Männchen, wird durch folgendes Versuchsergebnis widerlegt.

25, am 17. Oktober 1938 aus Wellpappefangbändern erhaltene Puppen von *Clysia ambiguella* wurden vom folgenden Tag ab in Schalen, wie sie Zwölfer zur Regulierung von Luftfeuchtigkeit verwendet (21), bei einer relativen Feuchtigkeit von 73,5 % im Thermostaten einer gleichmäßigen Temperatur von 26 ° C ausgesetzt. Anfangs November schlüpften die ersten Falter einer, im Freien in Mitteleuropa kaum bekannten 3. Generation.

5. November 1938	1 Männchen	23. November 1938	1 Weibchen
8. November 1938	1 Männchen	25. November 1938	1 Weibchen
9. November 1938	1 Männchen	26. November 1938	1 Männchen
10. November 1938	1 Männchen	28. November 1938	1 Weibchen
17. November 1938	2 Männchen	29. November 1938	1 Männchen
18. November 1938	1 Männchen	1. Dezember 1938	1 Weibchen
21. November 1938	1 Männchen	3. Dezember 1938	1 Weibchen
21. November 1938	1 Weibchen	4. Dezember 1938	1 Männchen
22. November 1938	1 Männchen	6. Dezember 1938	1 Weibchen
23. November 1938	1 Männchen	15. Dezember 1938	1 Weibchen

Rest tot.

Die Schlüpfzeit zog sich auffallend lange hin. Auch hier zeigte sich deutlich eine Proterandrie.

Diesem Vorteil steht ein sehr zu beachtender Nachteil gegenüber. Nach einer Beobachtung von Maercks (12) kann ein Männchen von *Polychrosis botrana* mehrere Weibchen — in dem mitgeteilten Falle drei — erfolgreich begatten. Die Vernichtung nur eines kleinen Teiles der Männchen wird daher zu keinem nennenswerten Erfolg führen, es sei denn, daß normalerweise schon die Männchen zahlenmäßig den Weibchen unterlegen sind.

Die Angaben über das Geschlechtsverhältnis in der Literatur sind bei beiden Arten sehr verschieden. Einmal waren 90 % der während der ganzen Flugzeit gefangenen Motten Männchen, ein anderes Mal 80 % Weibchen. Das Geschlechtsverhältnis kann demnach sehr variabel sein.

Die genaue Prüfung aller in den Jahren 1937 und 1938 in Ködergläsern gefangenen Motten in verschiedenen Weinbergslagen auf ihre Geschlechtszugehörigkeit bestätigt dies.

Der prozentuale Anteil an Männchen war je nach der Lage und der Generation bei beiden Arten ein sehr verschiedener. Im allgemeinen war der Prozentsatz an Männchen beim bekreuzten Wickler höher. Beim einbindigen Wickler waren es stets weniger als 50 % Männchen, und zwar fingen sich in allen Lagen in der Frühjahrsgeneration prozentual weniger Männchen wie in der Sommergeneration.

	∧		X	
	♂ %	Gesamtfangzahl	♂ %	Gesamtfangzahl
Frühjahr 1937				
Katzenloch unten	28	292	39	154
Rüdesheim	14	42	19	53
Sommer 1937				
Katzenloch unten	32	1420	72	177
Decker	47	1090	31	48
Frühjahr 1938				
Katzenloch unten	28	224	55	305
Katzenloch oben	17	72	62	203
Mückenberg	15	40	59	103
Decker	25	12	51	39
Rüdesheim	—	—	50	1125
Sommer 1938				
Katzenloch unten	34	926	57	191
Katzenloch oben	42	251	40	82
Mückenberg	40	256	45	22
Decker	44	162	54	13
Rüdesheim	27	11	22	1006

Nach den Feststellungen über Potenz- und Geschlechtsverhältnis ist im allgemeinen mit einem sicheren Erfolg nur dann zu rechnen, wenn die Männchen nahezu 100prozentig vor Erfüllung ihres Daseinszweckes ausgeschaltet werden. Nach den hohen Fangergebnissen der Männchenfallen ist diese Möglichkeit zweifellos vorhanden, allerdings nur unter der Voraussetzung, daß die chemische Analyse und Synthese des Sexualduftstoffes beider Arten gelingt. Wenn die minimale Ausscheidung an Sexualduftstoff durch ein, selbst nur Bruchteile eines Grammes wiegenden Weibchens schon eine so große Wirkung entfaltet, müßten größere Mengen einen unaufhaltsamen Zug aller Männchen zur Falle auslösen, der unter naturgerechten Bedingungen durch nichts gehemmt werden kann. Innerhalb des Wirkungsbereiches der Falle dürfte der von einem Weibchen abgesonderte Sexualduftstoff in seiner Wirkung zu gering sein, um von einem Männchen überhaupt noch beachtet zu werden und dieses ablenken zu können.

Zusammenfassung

1. Unbegattete, brünstige Weibchen der Traubenwickler *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana* scheiden einen Sexualduftstoff aus, durch den die Männchen angelockt werden.

2. Der Sexualduftstoff ist vom Menschen nicht wahrnehmbar. Seine Wirkung ist eine spezifische, auf die artgleichen Männchen beschränkte.

Mit Erhöhung der Konzentration steigt auch die Anziehungskraft. Der Sexualduftstoff besitzt daher die Eigenschaften eines von Görnitz sogenannten Attraktivstoffes.

3. Mit Männchenfallen, die aus mit Leim bestrichenen Fangflächen in wechselnder Zahl und einem Weibchenbehälter bestanden, konnten innerhalb der Weinberge große Mengen von Männchen beider Arten gefangen werden. Auch außerhalb der Weinberge aufgestellte Fallen brachten im Vergleich zu Ködergläsern, die eine Mischung von Tresterwein, Zucker und Essig enthielten und inmitten der Reben hingen, gute Fangergebnisse. Die Anziehungskraft einer kleinen Anzahl von brünstigen Weibchen ($x = 14$, $\wedge = 5$) erstreckt sich bei *Polychrosis botrana* auf mindestens 20, bei *Clysia ambiguella* auf mindestens 25 m im Umkreis. Sie dürfte bei Verwendung von noch mehr Lockweibchen erheblich größer sein.

4. Die Fangergebnisse der Männchenfallen waren starken Schwankungen unterworfen. Bei längerer Beobachtungszeit nahm die Zahl der täglich gefangenen Motten gegen Schluß ab, was auf eine bei zunehmendem Alter sich verringernde Ausscheidung von Sexualduftstoff oder eine Erschöpfung des Männchenbestandes im Wirkungsbereich der Falle zurückgeführt werden kann.

5. Auf weißen Fangflächen fing sich bei *Clysia ambiguella* die 2—3fache Menge von Männchen wie auf schwarzen, wohl eine Folge positiv phototaktischer Orientierungsweise während der Hauptflugstunden.

6. Nach den Versuchsergebnissen besteht die Möglichkeit, den Sexualduftstoff in der Schädlingsbekämpfung erfolgreich in Anwendung zu bringen. Voraussetzung hierfür ist die chemische Analyse und Synthese. Die Verhältnisse sind bei beiden Traubenwicklerarten insofern günstig, als im allgemeinen die Männchen vor den Weibchen erscheinen (Proterandrie). Ein großer Teil der Männchen kann daher vor Erfüllung des Daseinszweckes abgefangen werden.

7. Das zahlenmäßige Verhältnis der Geschlechter wechselt bei beiden Arten. In den beiden letzten Jahren war in Geisenheim der prozentuale Anteil von Männchen beim bekreuzten Traubenwickler höher wie beim einbindigen.

Schrifttum

1. Collins, C. M., & Potts, S. F., Attractants for the Male Gipsy Moths. — Journ. Ecc. Ent. 1929, XXII, S. 562—569.
2. — — Attractants for the Flying Gipsy Moths as an Aid in Locating New Infestations. — U. S. Dept. Agric. Techn. Bull. 336, 1932.
3. Daxer, H., Die Einwirkung von chemischen Verbindungen auf die Pflanze. 1. Grundlegende physiologische Fragen und Versuche zur Klärung der Arsenwirkung. Teil IV in: F. Stellwaag, Untersuchungen über den Ersatz arsenhaltiger Bekämpfungsmittel im Weinbau. Z. f. Pflanzenkrankheiten 48, 273—295, 1938.
4. Farsky, O., Nonnenkontroll- und Vorbeugungsmethode nach Professor Forst-Ing. Ant. Dyk. — Anz. f. Schädlingskunde 14, 52—56, 65—67, 1938.

5. Feytaud, J., Recherches sur les pièges-appats. II. — L'inégalité des prises. Les captures exceptionelles. — Extrait du Bulletin de la Société d'Etude et de Vulgarisation de la Zoologie agricole. Bordeaux 1916.
6. Görnitz, K., Cantharidin als Gift und Anlockungsmittel für Insekten. — Arbeiten über phys. u. ang. Entomologie 4, 116—157, 1937.
7. Götz, Br., Das Verhalten des Traubenwicklers *Clysia ambiguella* bei der Wahl des Winterverpuppungsplatzes und die Möglichkeiten für die Bekämpfung. Teil III in: F. Stellwaag, Untersuchungen über den Ersatz arsenhaltiger Bekämpfungsmittel im Weinbau. — Zt. f. Pflanzenkrankheiten 48, 128—144, 1938.
8. — — Untersuchungen über das Geschlechtsverhältnis bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*. — Anz. f. Schädlingskunde 15, 1939.
9. — — Sinnesphysiologie und Schädlingsbekämpfung. — Bericht des VII. Internationalen Entomologenkongresses in Berlin 1938 (im Druck).
10. Hanno, K., Anlockversuche bei *Lymantria monacha*. — Zt. f. ang. Ent. 25, 628—641, 1939.
11. Hering, M., Biologie der Schmetterlinge. — Berlin 1926.
12. Maercks, H., Beobachtungen über Lebensdauer und tägliche Eimenge des bekreuzten Traubenwicklers. — Anz. f. Schädlingskunde 11, 49—53, 1935.
13. Marchal, P., Etudes sur la Cochylis et l'Eudémis. — Le progrès agricole et viticole 33, 260, 191, 1912.
14. Marshall, J., The Location of Olfactory Receptors in Insects: A Review of Experimental evidence. — Trans. Ent. Soc. London 83, 49—72, 1935.
15. Schedl, K. E., Der Schwammspinner (*Portetria dispar* L.) in Euro-Asien, Afrika und Neuengland. — Monographie z. angew. Ent. 12, 1936.
16. Stellwaag, F., Die Weinbauinsekten der Kulturländer. — Berlin 1928.
17. — — Vorläufige Ergebnisse über den Ersatz arsenhaltiger Bekämpfungsmittel im Weinbau. — Teil I in: F. Stellwaag, Untersuchungen über den Ersatz arsenhaltiger Bekämpfungsmittel im Weinbau. — Die Gartenbauwissenschaften 11, 537—544, 1938.
18. — — Vorläufige Mitteilungen über Versuche zur chemischen Winterbekämpfung der Traubenwickler. Teil V in: F. Stellwaag, Untersuchungen über den Ersatz arsenhaltiger Bekämpfungsmittel im Weinbau. — Wein und Rebe 20. 1938.
19. Stellwaag, F., und Götz, Br., Das Ködern der Traubenwickler als Bekämpfungsmaßnahme. — Teil II in: F. Stellwaag, Untersuchungen über den Ersatz arsenhaltiger Bekämpfungsmittel im Weinbau. — Anz. f. Schädlingskunde 13, 129—133, 1937.
20. Urban, E., Abdominale Duftorgane bei weiblichen Schmetterlingen. — Inauguraldissertation. Jena 1913.
21. Zwölfer, W., Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. — Zt. f. ang. Ent. 19, 497—513, 1933.

Über weitere Prüfungen des Präparates Naaki als Kornkäferbekämpfungsmittel im Jahre 1938

Von

Dr. **Arnold Claus,** Pflanzenschutzamt Kiel

Leiter: Dr. Ext

Auf Veranlassung des Reichsbauernführers, der Biologischen Reichsanstalt und auch aus eigenem Antrieb hat das Pflanzenschutzamt Kiel in diesem Jahre noch einmal eine Prüfung des zur Kornkäferbekämpfung empfohlenen Präparates Naaki vorgenommen. Hierzu wurden

1. Stellen untersucht, an denen im Vorjahre die Besitzer selbst Naaki verwendet haben und

2. an verschiedenen Orten der Provinz neue Versuche angestellt.

Eine Überprüfung dreier früher kornkäferbefallener bäuerlicher Speicher in den Kreisen Oldenburg, Segeberg und Steinburg ergab, daß dort eine weitgehende Verminderung des Kornkäferbefalles eingetreten war. Alle drei Bauern waren mit der Wirkung des Pulvers sehr zufrieden. Ich führe diesen Erfolg auf die Art, wie diese Bauern die Bekämpfung durchgeführt haben, zurück. Die Kornböden waren zunächst vollständig geleert und dann ein- und zum Teil sogar zweimal mit Naaki gründlich eingestäubt worden. Eine Bekämpfung mit Naaki vorzunehmen, bei der das Getreide auf dem Boden liegen bleibt, bietet nach Ansicht dieser Bauern wenig Aussicht auf Erfolg; außerdem ist sie wegen des dabei notwendigen großen Arbeitsaufwandes für einen bäuerlichen Betrieb ungeeignet. Nach diesen Erfahrungen ist zu sagen, daß die Verminderung des Befalls in diesen drei Fällen nicht zuletzt dadurch eingetreten ist, daß auf den Speichern kein Korn lag, die Käfer zum Teil also auch durch Aushungern zugrunde gegangen sind.

Ähnliche Beobachtungen konnten bei zwei Bauern im Kreise Eckernförde gemacht werden. An der einen Stelle war vor drei Jahren starker Kornkäferbefall gewesen. Daraufhin sind zwei Jahre hindurch verhältnismäßig große Mengen von Naaki angewendet worden. Man hatte zuerst den Boden gründlich eingestäubt und dann erst Korn eingelagert. Bei der Kontrolle in diesem Jahr konnten nur noch vereinzelt Käfer gefunden werden. Bei dem anderen Bauern war im Vorjahr zum ersten-

mal Naaki in der gleichen Weise angewendet worden. Hier war die Zahl der Käfer ebenfalls weitgehend herabgemindert, wenn die Tiere auch nicht ganz beseitigt worden sind.

Entsprechende Befunde wurden im Kreis Schleswig gemacht. Im ersten Jahr der Bekämpfung ist die Zahl der Käfer zwar geringer geworden aber immer noch sehr groß gewesen. Erst nach längerer Behandlungszeit ließ es sich erreichen, daß der Befall so weit zurückgedrängt wurde, daß die Käfer kaum noch nennenswerten Schaden verursachten. Ich habe allerdings keine Stelle gefunden, bei der alle Käfer restlos vernichtet worden waren.

Als Resultat dieser Feststellungen ist zu sagen: Mit Naaki läßt sich wohl durch jahrelange Anwendung eine weitgehende Verringerung der Kornkäfer erreichen, die Bekämpfung gestaltet sich auch billig, aber während dieser Zeit ist der Schaden, der durch die Fraßtätigkeit der Tiere im Lagergetreide bewirkt wird, doch noch sehr groß. Er kommt finanziell sicherlich bis in Höhe der Kosten, die für eine Entwesung mit anerkannten Mitteln, z. B. in Form einer Deliciabegasung, aufgewandt werden müßten, wenn er sie nicht gar übersteigt.

Eine Verfütterung von eingestäubtem Getreide soll den Tieren nach Angaben der Herstellerfirma nichts schaden. Die praktischen Erfahrungen belegen dies weitgehend. Allerdings wurde uns an einer Stelle berichtet, daß naakibehandelte Gerste bei Mastschweinen leicht zu Darmverstopfungen führt, wenn sich Naaki in größeren Mengen (als 1—3 %) in der Gerste befindet.

* * *

Unsere eigenen Versuche im Jahre 1938 zeigten ähnliche Ergebnisse. Wir haben solche in den Kreisen Flensburg, Plön, Rendsburg und Schleswig angelegt.

I. Versuch auf Sophienhof bei Flensburg

Am 7. September 1938 wurden 100 kg stark verseuchten Hafers mit 1 kg Naaki gut durchmischt und etwa 35 cm hoch aufgeschaufelt. Dieser Haufen wurde mit einem 10—15 cm hohen Naakiwall umgeben. Um einwandfrei feststellen zu können, ob dieser Naakiwall eine sichere Grenze gegen eine weitere Ausbreitung des Käfers darstellt, wurden um den Wall herum 2 Littacidfangstreifen in geringem Abstand voneinander gelegt. Würde der Wall für den Käfer unüberschreitbar sein, dann hätten sich auf dem inneren Littacidstreifen keine Käfer fangen dürfen.

Bei der Kontrolle am 19. September 1938 wurde folgendes festgestellt:

1. Im eingestäubten Hafer befinden sich noch sehr viele lebende Käfer. Eine Siebprobe ergab:

10 lebende Käfer, 3 kranke Käfer, 4 tote Käfer.

2. Am Innenrande des Naakiwalles, nach dem Haufen zu, liegen viele eingestäubte, abgestorbene Käfer.

3. Auf dem inneren Littacidstreifen haben sich noch verhältnismäßig viele Kornkäfer gefangen, und zwar verhält sich die Zahl der toten Käfer auf dem inneren Fangstreifen zu derjenigen am Naakiwall stellenweise wie 25 : 100.

Am 27. September 1938 wurde eine weitere Prüfung vorgenommen. Je 4 Siebproben aus dem behandelten und dem unbehandelten Hafer erbrachten folgende Zahlen:

Siebprobe		Käfer insgesamt	Davon tot	Davon lebend	Hiervon Altkäfer
I	a)	20	13	7	4
	b)	6	5	1	1
II	a)	11	7	4	3
	b)	3	2	1	1
III	a)	20	15	5	3
	b)	22	10	12	2
IV	a)	23	17	6	5
	b)	21	16	5	2
Gesamtzahl	a)	74	52	22	15
	b)	52	33	19	6
%	a)	—	70,3	29,7	—
	b)	—	63,6	36,4	—

Reihe a) mit Naaki behandelt, Reihe b) unbehandelt

In dem unbehandelten Hafer befinden sich also praktisch ebenso viele tote Käfer wie in dem mit Naaki behandelten Haufen. Da die Jahreszeit inzwischen schon zu weit vorgeschritten war, wurde der Versuch abgebrochen.

Als Resultat dieses Versuches muß festgestellt werden:

1. Ein Naakiwall von 10—15 cm Höhe — die Firma schreibt nur 5 cm vor — genügt als sicherer Schutz nicht.

2. Nach 3wöchiger Einwirkung von Naaki ist nur ein Teil der Käfer abgetötet.

II. Versuch in Krumbek, Kreis Plön

Am 4. September 1938 wurden 100 kg stark befallenen Hafers mit 5 kg (!) Naaki versetzt und um den Getreidehaufen ein 5—6 cm hoher Naakiwall errichtet.

1. Kontrolle am 13. September 1938: In den Ecken des Naakiwalles liegt eine große Anzahl toter Käfer. Der Befall im Hafer ist schwächer geworden. Der Haufen wurde am 13. September 1938 gründlich umgeschaufelt.

2. Kontrolle am 20. September 1938: Der Befall hat weiter nachgelassen, aber es sind noch viele Käfer im Haufen vorhanden.

3. Kontrolle am 27. September 1938: Da der Befall weiterhin mittelstark geblieben ist, lehnt der Bauer eine Fortsetzung des Versuches ab. Es wird eine Deliciabegasung vorgenommen.

III. Versuch in Molfsee, Kreis Rendsburg

Am 8. September 1938 wurden 500 kg stark befallener Gerste mit 5 kg Naaki gut durchgeschaufelt und nach Vorschrift mit einem Naakiwall umgeben. Der ganze Speicher war stark befallen. Weiterhin wurde eine vorher völlig von Käfern befreite Fußbodenfläche von etwa 1 qm Größe eingestäubt und mit einem Wall umgeben ohne Korn darauf zu lagern. Hierdurch sollte festgestellt werden, ob der Käfer den Wall überklettern kann. Die laufende Beobachtung während einiger Wochen zeigte, daß sich sowohl außen wie innen am Naakiwall um die eingestäubte Gerste, als auch außen und innen an dem Wall um die leere Fläche tote Käfer befanden. Das ist ein weiterer Beweis dafür, daß ein Naakiwall keine unüberwindliche Schranke für den Kornkäfer darstellt.

Bei der letzten Kontrolle am 30. September 1938 wies das eingestäubte Getreide noch starken Befall auf. In einer Siebprobe wurde ein Verhältnis von 496 lebenden zu 242 toten Käfern festgestellt. Von den ausgesiebten Käfern waren etwa 75 % Jungtiere. Unter den Käfern am Naakiwall befanden sich alle Altersstadien. Der Fußboden war dort mit einer gleichmäßigen Schicht von Käfern bedeckt, von denen aber auch noch etwa 25 % lebten.

Die Menge der Käfer im Getreide hatte während der ganzen Versuchszeit nicht sichtbar abgenommen. Wir führen das darauf zurück, daß dauernd neue Tiere schlüpften.

IV. Großversuch beim Heeresverpflegungsamt in Schleswig

Am 23. Juni 1938 wurden etwa 1400 t Hafer, der auf einem 5stöckigen Speicher in 9 Lagerräumen verteilt und zum Teil sehr stark befallen war, mit etwa 15 t Naaki vorschriftsmäßig behandelt. Es fand also eine reichlich 1prozent. Versetzung mit Naaki statt. Vorher war der Hafer über eine Windfege geschickt worden, um die in ihm vorhandenen Käfer nach Möglichkeit zu entfernen. Auch die Speicherräume wurden gut eingestäubt und die einzelnen Haufen, in denen der Hafer aus Raummangel bis 1,60 m hoch aufgeschaufelt werden mußte, mit Naakiwällen von etwa 15—20 cm Höhe umgeben. Die Durchschnittstemperatur im Raum sowie im Getreide betrug + 21 ° C.

1. Kontrolle am 20. Juli 1938 (4 Wochen nach der Einstäubung): Bei der Entnahme einiger Siebproben wurden vereinzelt tote aber keine lebenden Käfer gefunden. Es hat den Anschein, als ob alle Käfer beseitigt oder abgetötet sind.

2. Kontrolle am 10. August 1938 (7 Wochen nach der Einstäubung): Inzwischen hat sich das Bild sehr geändert. Es ist offenbar die zweite Generation geschlüpft: denn es finden sich sehr viele Jungkäfer. 3 Kontrollsiebungen, die inzwischen vorgenommen worden waren, erbrachten folgendes Ergebnis:

Datum	Ausgangsmenge kg	Ausgesiebter Abfall kg	Daraus Naaki kg	Rückstand (Spelzen u. dgl.) kg	Darin tot	Käfer lebend	Bemerkungen
4. August 1938	500	4	3,75	0,25	6	1	
5. August 1938	500	3,5	3.0	0,5	viele	rd. 60	Meistens Jungtiere
6. August 1938	500	4	3,5	0,5	viele	rd. 60	Meistens Jungtiere

3. Kontrolle am 24. September 1938: Der Käferbesatz ist wieder stark geworden! Kleine Stichproben aus verschiedenen Stellen des Speichers belegen dies. Auf Boden IV A, auf dem der Hafer am 17. September 1938 zuletzt durchgeschaufelt worden war, ergaben die Stichproben folgendes:

Siebprobe Nr	Tote Käfer	Lebende Käfer
1	2	3
2	2	4

Entsprechendes wurde auf dem Boden V A festgestellt. Hier ist der Hafer am 27. Juli 1938 zum letztenmal umgeschaufelt worden.

Siebprobe	Tote Käfer	Lebende Käfer
1	5	6
2	2	9

Die Temperatur im Innenraum dieses Haufens betrug nach Messung durch den Speicherverwalter + 45 ° C! Es macht den Eindruck, als ob das benutzte Naaki sich mit Feuchtigkeit angereichert hat und dadurch die normale Atmung des Getreides bzw. die natürliche Durchlüftung desselben erschwert wird.

Der Versuch mußte abgebrochen werden, weil der Hafer eingesackt und an die tschechische Grenze gebracht wurde.

Das Resultat dieses Versuches läßt sich folgendermaßen zusammenfassen: Trotz vorschriftsmäßiger Anwendung von Naaki finden sich auf den sehr gut durchlüfteten Speichern nach 13 Wochen Einwirkungszeit immer noch mehr lebende als tote Käfer. Naaki vernichtet gewiß einen großen Teil der Käfer, aber eine einmalige Gabe wirkt keineswegs ausreichend, vielmehr scheint Neueinstäubung etwa alle 4—6 Wochen notwendig zu sein, weil das Naaki, zumindest in unserem feuchten Klima, mit der Zeit unwirksam wird. Naaki ist eben kein eigentliches Bekämpfungsmittel, sondern vielmehr ein vorbeugend oder behelfsmäßig anzuwendendes

Hilfsmittel, das für die Fälle geeignet ist, in denen der Speicher nie ganz entleert werden kann und eine andere Bekämpfung insonderheit eine Begasung nicht möglich ist.

Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Ein Naakiwall von 10—15 cm Höhe stellt für den Kornkäfer keine unüberwindliche Grenze dar.

2. Nach 13wöchiger Einwirkung des Naakipulvers ist noch kein Erfolg festzustellen.

3. Teilerfolge mit Naaki setzen voraus, daß das Mittel entweder einige Jahre hindurch zu wiederholten Malen angewendet wird, oder daß der Speicher gründlich gereinigt, dann völlig mit dem Pulver eingestäubt wird und darauf längere Zeit (mindestens die Sommermonate hindurch!) unbenutzt liegen bleibt.

4. Naaki ist kein direktes Bekämpfungsmittel, sondern ein gegebenenfalls vorbeugend oder ergänzungsweise anzuwendendes Hilfsmittel für Fälle, in denen Spritzmittel nur beschränkt anwendbar und Begasungen nicht durchführbar sind.

6. Eine uneingeschränkte Empfehlung von Naaki als vollwirksames Bekämpfungsmittel gegen den Kornkäfer im Getreide, stellt eine Irreführung des Bauern und sonstigen Lagerhalters dar, weil der Larvenschadfraß durch die Einstäubung in keiner Weise unterbrochen wird.

7. Eine erfolgreiche Ausrottung des Kornkäfers mit Naaki ist zumindest in feuchten Küstengebieten nicht möglich.

Nachschrift: Ob sofort nach dem Drusch mit Naaki behandeltes Getreide auf verseuchten Böden auf die Dauer unbefallen bleibt, soll in weiteren Großversuchen geprüft werden. Die vorstehenden Feststellungen verlieren dadurch ihre Gültigkeit nicht.

(Aus dem Institut für landwirtschaftliche Zoologie der Universität Berlin.
Direktor: Prof. Dr. H. von Lengerken)

Die Zucht von Phlugiola dahlemica Wd. Eichl. (Orthopt. Tettigoniid.)[1]

Von

Wolfdietrich Eichler, Berlin

(Mit 3 Abbildungen)

a) Vorbemerkungen. Da außer Zachers spärlichen Notizen bislang so gut wie nichts über Haltung und Züchtung von *Phlugiola dahlemica* Wd. Eichl. bekannt geworden war, so mußte ich bei Untersuchung der Lebensgeschichte dieser Art (Eichler 1938 g) erst eine Zuchtmethode ausarbeiten. Infolge ihrer mannigfachen biologischen Eigentümlichkeiten und ihrer verhältnismäßig günstigen Züchtbarkeit dürfte die Heuschrecke wohl noch mehrfach zu biologichen Experimenten oder gelegentlich auch zur Befreiung von Ungeziefer in Gewächshäusern oder bei Zimmerpflanzenkulturen herangezogen werden, so daß ich deshalb eine kurze Schilderung ihrer Zuchtmethode geben möchte. Dies erscheint mir um so mehr berechtigt, als ja über Züchtung von Tettigoniiden und insbesondere Listroscelinen überhaupt erst sehr dürftige Erfahrungen vorliegen, zudem meist nur bruchstückweise Teilbeobachtungen.

Zur Orientierung möchte ich hier kurz vorausschicken, daß es sich bei *Phlugiola dahlemica* Wd. Eichl. um eine Listrosceline handelt, die seit anderthalb Jahrzehnten im Palmenhaus des Dahlemer Botanischen Gartens vorkommt und sich ständig verbreitet, und deren Heimat nicht bekannt ist, vermutlich aber im tropischen Amerika liegen dürfte. Die Ernährung geschieht animalisch, die Fortpflanzungsweise ist parthenogenetisch. Weitere Einzelheiten aus dem Leben der Art habe ich in meinen übrigen „Beiträgen zur Kenntnis von *Phlugiola*" niedergelegt (siehe vor allem Eichler 1938 g).

b) Fangmethode. Am einfachsten fängt man die Heuschrecken, indem man ein weites Sammelglas über sie stülpt und dann ihre Unterlage samt Glas so dreht, daß die Glasöffnung unten ist. Da die Heuschrecken stets nach oben klettern, lassen sich in einem geräumigen Sammelglas auf diese Weise leicht Dutzende unterbringen.

---

[1]) Zugleich 2. Beitrag zur Kenntnis von *Phlugiola*. Der 1. Beitrag ist meine Dissertation (1938 g).

Bewegen sich die Heuschrecken etwa nicht von ihrem Platz, so sind sie durch Anblasen oder Berühren mit einem Pinsel leicht dazu zu bringen, während sie auf Schütteln nur noch fester anheften. Auch mit der Hand sind die *Phlugiolae* unschwer zu fangen.

Um Junglarven von *Phlugiola* zu erhalten, genügt es auch, gegen Ende der Eistadiumszeit eibelegte Bananenrippen in das Terrarium zu legen. Diese dürfen jedoch nicht zu trocken gehalten werden. Dagegen schlüpfen Erstlarven sogar noch aus verschimmelten Bananenrippen. — Auch durch Einbringen abgeschnittener Pflanzenstengel in die Einzelzellen eiablagebereiter ♀♀ kann man Eier erhalten, die im Frühjahr schlüpfen.

c) Zuchtgeräte. Zur Zucht verwendete ich ein mir von Herrn Prof. von Lengerken zur Verfügung gestelltes $\frac{1}{4}$ m³ großes Stufenterrarium,[1]) das sich mit Hilfe eines von der Firma Georg Seipel besorgten Heizwiderstands (Gesei-Heizpatrone) heizen ließ. Letzterer leistete 200 W, die in 3 gleiche Abschnitte unterteilt waren und so eine verschiedene Einstellung ermöglichten. Normalerweise hatte ich nur 67 W in Betrieb, da bei stärkerer Heizung die Verdunstung zu groß war, als daß die von mir alle 1—2 (selten nur alle 3) Tage vorgenommene Auffüllung der Verdunstungsschalen mit Wasser ausgereicht hätte, um eine gleichmäßige Luftfeuchtigkeit beizubehalten.[2]) Zur Verhinderung zu hoher Heiztemperaturen schaltete ich in die Heizleitung einen 25 °-Thermoregulator (Thermoelement; Zitat 1!) ein, den mir entgegenkommenderweise Herr Weber von der Firma Birka-Regulator G. m. b. H. zu diesem Zwecke überließ.[3]) In den kalten Monaten war jedoch zufolge oft ungenügender Heizung des Arbeitsraums die Temperaturdifferenz nach außen so groß, daß oft die Temperatur im Terrarium stark absank, aber doch noch ungefähr mit der des Palmenhauses übereinstimmte.

Das rechteckige Terrarium selbst teilte ich in seiner Längsrichtung in zwei querschnittgleiche Abschnitte von 40 (an der Fensterseite des Nordzimmers, in welchem sich mein Arbeitsplatz befand) und 60 cm Länge, die durch eine Drahtgazewand getrennt waren. Die quere Südwand des längeren Abschnitts war neben der Bodenfläche (in welcher ich die Heizanlage nebst Schaltung unterbrachte; Schaltungssystem siehe Abb. 1) die einzige Außenwand des Terrariums, die nicht aus

[1]) Der tägliche Wasserbedarf des Terrariums betrug nahezu 1 l.

[2]) Der Kubikinhalt des Luftraums über den Stufen (unter denen sich die Heizeinrichtung befand) betrug etwa 0,15 m³.

[3]) Die Abdichtung dieses 25 ° ± 3 ° C-Bimetall-Thermoregulators geschah durch Verwendung von Schellack, Isolierband und Paraffin. Noch besser würde sich wohl das (auch im Gebrauch hervorragend bewährte) „Rudol B 333" eignen, das ich damals noch nicht kannte.

Glas bestand (sondern aus Drahtgaze, und überdies außen verhängt war mit Pappe). In dem (kleineren) Nordabschnitt herrschte stets 100 % relative Luftfeuchtigkeit (und meist Niederschlagswasser an den Glaswänden, das sich aber — um gute Einsicht zu ermöglichen — durch Bestreichen der Glaswände mit „Perle de Verre" doch stets für einige Tage verhindern ließ), während im Südabschnitt dieselbe nach einigen Tagen nichterfolgter Wasserauffüllung oft bis auf 80 % absank.

Mein Freund stud. ing. Fritz Schmidt stellte mir zu Vergleichszwecken noch ein nicht heizbares 0,4 m³ großes Terrarium von quadratischem Querschnitt zur Verfügung, in dem ich vorübergehend *Phlugiolae* bei Zimmerklima hielt. Doch bekam dies den Heuschrecken nicht sehr gut, allem Anschein nach wegen der geringen Feuchtigkeit.

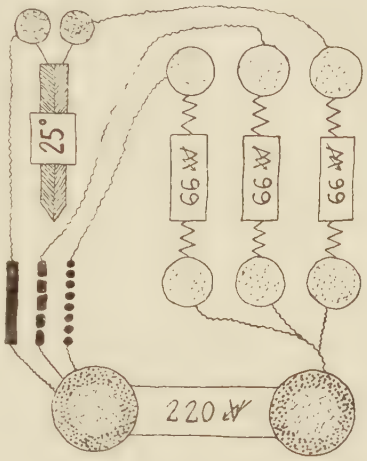


Abb. 1. Elektrisches Schaltschema zum Betrieb des für die Zucht von *Phlugiola dahlemica* Wd. Eichl. verwendeten heizbaren Terrariums. Zur Heizung diente eine Seipel-Heizpatrone (500 mm lang, etwa 200 W, unterteilt in 3 gleiche Teile zu je rund 66 W), von welcher 66 W über einen Birkaregulator (Bimetallregulator für 25° ± 3° C, bis zu 100 W belastbares Relais) dauernd unter Strom standen (ausgezogene Verbindungsmöglichkeit), während je nach Bedarf noch die zweiten (gestrichelte Verbindungsmöglichkeit) oder dritten (gepunktete Verbindungsmöglichkeit) 66 W eingeschaltet werden konnten. Der Thermoregulator wurde in das Terrarium gehängt, kontrollierte aber nur die ersten 66 W. Zur Herstellung der Verbindungen wurde ein sechsreihiger Kontaktverbinder benutzt, der somit in Wirklichkeit die Schaltung noch komplizierter gestaltete. Zeichnung Wd. Eichler

d) Zuchterfahrungen. Im Berliner Aquarium gelang die dort versuchte Zucht von *Phlugiola* nicht, was die dortigen Insektenwarte (mdl.) dem Vorhandensein von Pharaoameisen (*Monomorium pharaonis* Linn.) zuschrieben. Doch glaube ich vielmehr, daß unzureichende Entwicklungsbedingungen schuld daran sind, so vor allem nicht genügend hohe Temperatur und Feuchtigkeit, daneben die sehr lange Entwicklungszeit und die Schwierigkeit, eine zur Eientwicklung geeignete Pflanze diese Zeit über im Terrarium unbeschädigt zu halten. Auch ist es nicht ganz einfach, zur Ernährung geeignete Tiere laufend zu beschaffen.

Ich selbst hatte dagegen keine großen Schwierigkeiten, die Zucht von *Phlugiola* durchzuführen, und halte nach meinen Erfahrungen nur die Erfüllung der folgenden Bedingungen dazu für erforderlich:

1. Gleichmäßige Wärme von mindestens etwa 21 °, möglichst etwa 25 ° (oder auch noch mehr). Bei tieferen Temperaturen tritt Einschränkung oder Stillstand der Larvenentwicklung oder der Eiablage ein, ohne daß die Tiere sofort absterben.

Genaue Messungen der Temperaturbereiche habe ich nicht ausgeführt, da ich die Tiere nicht unter sonst gleichen Bedingungen bei verschiedener Temperatur halten konnte. Für die Eientwicklung ist unmittelbar wohl keine solche Temperaturbereichsbeschränkung gegeben (da im Innern der Pflanze

gegenüber der Umgebung vermutlich ein Temperaturausgleich erfolgt), jedoch mittelbar insoweit, als eine im Temperaturbereich der erfolgenden Eiablage gedeihende Pflanze nicht ohne Gefahr in einen wesentlich anderen versetzt werden darf. Auch einige aus den Pflanzen herausoperierte Eier, die in Glasdosen (und dort zum Teil in Wasser liegend) aufbewahrt wurden, kamen (und zwar oft noch nach vielen Wochen) zur Entwicklung.

2. Außerordentlich hohe Feuchtigkeitsgrade. Gegen Trockenheit sind die Tiere recht empfindlich, vertragen allerdings auch tagelang Durst, wenn ihnen darnach wieder Wasser in genügender Menge zugeführt wird.

3. Geeignete Nahrung.

4. Zum Aufenthalt geeignete Pflanzen.

Forderung: Großblättrigkeit und glatte Oberfläche (behaarte Blätter werden gemieden).

5. Zur Eiablage geeignete Pflanzen.

Am besten werden Pflanzen gewählt, die sowohl Forderung 4 wie 5 erfüllen.

Zu Einzeluntersuchungen war es günstig, die Tiere innerhalb des Terrariums isoliert in Einmachgläsern zu halten. Sorgte man regelmäßig für genügende Feuchtigkeit auch in diesen, so blieben die Tiere ohne Schwierigkeiten am Leben. Ich zog in derartigen Gefäßen z. B. meine sämtlichen Larven auf. Gerade für die Larven war es günstig, sie in derartigen Einzelzellen unterzubringen, da ja die Hauptwände des Terrariums infolge des Temperaturgefälles gegenüber außen regelmäßig beschlugen[1]) und so mehrfach den Tod von Junglarven veranlaßten (da diese an den feuchten Flächen rutschten und dabei mit den sich ansiedelnden Myxomyceten oder sonstigen organischen Produkten verklebten). Verschlossen wurden die Einmachgläser mit einem Tuch- oder Gazeläppchen, welches ich mittels eines Gummiringes befestigte (in derselben Weise schloß ich auch die Drosophilazuchtgläser ab).

Für die Haltung von eiablagebereiten Imagines in solchen Einzelzellen ist es notwendig, ihnen in Gestalt von regelmäßig erneuerten Pflanzenstengeln Gelegenheit zur Eiablage zu geben, da sonst Legenot eintrat, an der einzelne Tiere zugrunde gehen konnten. Mit Vorteil verwendete ich z. B. durch federnde Wäscheklammern festgehaltene abgeschnittene Stengelstücke von *Sedum sp.*[2]) Aus den in solche Stengel abgelegten Eiern schlüpften später auch Junge, obwohl der Stengel selbst schon in wenigen Tagen vertrocknet war. Es war selbstverständlich notwendig, ihn all die Eistadiumszeit über trotzdem in dem feuchtwarmen Terrariumsklima aufzubewahren.

[1]) Das Beschlagen war für Zwecke der Beobachtung oft recht hinderlich, so daß ich mir mehrere „Guckfenster" anlegte durch Bestreichen der Innenseite der Glaswand mit „Perle der Verre" (gegen das Beschlagen von Brillen üblicher Wachsstift). Ein solches Guckfenster hielt allerdings nur einige Tage an.

[2]) Welche Stengelhärten *Phlugiola* zusagten, habe ich nicht untersucht. Durch Anwendung einer modifizierten Brinellschen Härtemethode wäre dies möglich (Kutzner mdl.).

e) Zur Fütterung geeignete Tiere. Als geeignet zur Dauerfütterung von *Phlugiola* erwiesen[1]) sich *Drosophila*-Imagines,[2]) die ich zuerst nach Timoféeff-Ressovski, später mit besserem Erfolge nach Jung züchtete[3]) (mit entkernten Backpflaumen und Agar-Agar).[4]) An Nahrungstiere zu stellende Forderungen sind:

1. Genügende Weichheit, um die Beutetiere leicht freßbar zu machen. Käfer z. B. dürften im allgemeinen zu hartschalig sein.

2. Leichte Zugänglichkeit. Die Fliegen dürfen nicht bei der geringsten Annäherung einer *Phlugiola* schon wegfliegen.

3. Geringe Größe. Im Hinblick auf die Jüngstlarven von *Phlugiola* stellten *Drosophilae* wohl schon die obere Grenze dar.

4. Bekömmlichkeit.

5. Hoher Feuchtigkeitsgehalt.

6. Im übrigen selbstverständlich leichte Züchtbarkeit.

Marmelade und Honig sowie ähnliche Stoffe bilden eine günstige Ergänzung zur animalischen Nahrung.

f) Zur Eiablage geeignete Pflanzen. Recht brauchbar war *Peperomia tithymaloides* A. Dietr., trotz der ab und zu bei Ablage in deren Stengel erfolgten Auswucherung und Beschädigung der Eier.[5]) Forderungen für zur Eiablage geeignete Pflanzen:

1. Glatte Oberfläche der dicken Stengel mit geeigneter Konsistenz zur Ablage der Eier.

2. Unempfindlichkeit der Pflanze gegen Eiablage und Eier.

3. Beständigkeit der Pflanze in allen ihren Teilen in dem von *Phlugiola* benötigten Klima und auf die Dauer des Eizustandes.

g) Beobachtungsgeräte. Eine große Zahl von Beobachtungen, die ich bei *Phlugiola* machen konnte, hätten sich ohne Verwendung einer (etwa 2½fach vergrößernden) N. G. Busch-Lupenbrille nicht ermöglichen lassen. Um dieses Instrument bildlich vorzuführen, bat ich die Herstellerfirma um Überlassung des Druckstocks zu der beigegebenen Abb. 2.[6])

Ebenso leistete mir auch ein Zahnärzte-Hohlspiegel hervorragende Dienste (wie ich ihn z. B. zur Kontrolle von Vogelnestern schon oft mit großem Erfolg verwendet hatte).

---

[1]) Ich versuchte auch, Blattläuse auf Brunnenkresse zu züchten. Doch vertrug Brunnenkresse das Terrariumsklima nicht.

[2]) Auch *Drosophila*-Larven wurden gefressen.

[3]) Dr. W. Denzer besorgte mir *Drosophila funebris* F. mutat. nov.

[4]) Schimmelbildung in den Kulturen vermied ich manchmal durch Zusatz von Hexyl-Resorcin (auch Phenetyl-Resorcin soll dazu geeignet sein).

[5]) Überhaupt verwendete ich mit gutem Erfolg verschiedene *Peperomia*-Arten, nämlich neben *P. tithymaloides* A. Dietr. noch *P. maculosa* Hooke, *P. magnolifolia* A. Dietr., *P. urocarpa* Fisch. & Mey. und *P. sp.* wahrsch. *scandens* Ruiz & Pav.

[6]) Fa. Busch, Rathenow (b. Berlin), kam dieser Bitte freundlicherweise nach.

Abb. 2. Die von mir mit Erfolg verwendete Lupenbrille der Firma Busch & Co. Auf meine Bitte hin stellte mir die Firma Busch (Rathenow bei Berlin) das Klischee zu dieser Abbildung entgegenkommenderweise zur Verfügung. Aus Proell 1928, 70

einige Male Absterben während des Ausschlüpfens.

4. wahrscheinlich auch (T.) Legenot (als Todesursache nicht sicher nachgewiesen).

5. Neben diesen selteneren und in der Zucht mehr oder weniger vermeidbaren Fällen recht häufig eine eigentümliche Krankheit älterer Sta-

h) Pathologie. Als Todesursachen konnte ich im Palmenhaus (P.) oder im Terrarium (T.) die folgenden feststellen (wobei gute Pflege [1]) vorausgesetzt wird:

1. Gefressenwerden (durch Spinnen [P.], ältere Artgenossen [T., sicherlich auch P.]). [2])

2. Hängenbleiben im Spinnennetz (P.) [3]) oder Verkleben an feuchten [4]) und Glaswänden (T.).

3. Häutungsschwierigkeiten; als deren Folge trat (T.) gelegentlich Tod ein; auch beobachtete ich (P.)

Abb. 3.
Hinterbeine von Sechstlarven bei *Phlugiola dahlemica* Wd. Eichl. *a* normal, *b* als Beispiel einer Mißhäutung („Oberknie" deutlich sichtbar). Beide Bilder vergr. 8 mal. Zeichnung D. U. Eichler

[1]) „Hungertod" fehlt deshalb in dieser Aufzählung.
[2]) Übrigens kam auch Nekrokannibalismus gelegentlich vor.
[3]) Im Palmenhaus findet man nicht selten *Phlugiolae* in den zahlreichen Netzen von *Theridion tepidariorum* C. L. Koch.
[4]) Diese Gefahr besteht besonders noch für die sehr lebhaften und manchmal auch lebhaft hüpfenden Erstlarven, die noch sehr empfindsam sind. — Auch die Jüngstlarven von *Tachycines asynamorus* Adelung können sich (so robust und kräftig sie sonst sind) nicht mehr freimachen und gehen ein, sofern sie auch nur mit einem kleinen Wassertropfen in Berührung geraten (Madel mdl.).

dien (besonders der Imagines), die sich durch weiße Flecke im vorderen Viertel des Abdomens ankündigt, und in deren Verlauf schließlich das ganze Abdomen von der Weißfärbung ergriffen wird. Mutmaßlich ist die Krankheit protozoischen Ursprungs.[1]) In den Zuchten (T.) trat sie in stärkerem Maße auf, als ich sie im Palmenhaus (P.) beobachten konnte. War ein Tier stark davon ergriffen, so führte die „Weißkrankheit" zum Aufhören der Eiablage und nach einigen Wochen fast regelmäßig zum Tode. Bei sorgfältiger Pflege ließ sich ihr Umhergreifen meist verhindern, was auf eine Infektionskrankheit hinweist. Stark betroffene Tiere verrieten durch das gekrümmte und unschön verfärbte Abdomen, durch ihre Trägheit und Teilnahmslosigkeit ihren apathischen, schwerkranken Zustand.[2])

6. „Alterstod" bzw. Tod älterer Imagines ohne erkennbare Todesursache[3]) (P., T.).

i) Die in den Zuchten aufgetretenen Tiere. An der Bestimmung der in meinen Zuchten aufgetretenen Tiere beteiligten sich dieselben Spezialisten, die in der Aufzählung der Faunagruppen zu meiner Arbeit über die Tierwelt der Gewächshäuser genannt sind. Bei den in meinen Zuchten aufgetretenen Tieren handelt es sich um folgende Arten:[4])

1. In der *Phlugiola*-Zucht (Terrarium, imitiertes Warmhaus):[5]) *Cartodere sp., (filum* Aubé?) *(Ins. Coleopt.)*, *Cylindroiulus frisius* Verh. *(Myriap. Diplop.)*, *Lepidocyrtinus domesticus* (Nic.) Börner *(Ins. Collempol.)*, Oribatiden *(Arachne. Acar.)*, *Sciara sp. (Ins. Dipt.)*.

2. Nur in den *Drosophila*-Zuchten (auch in der *Phlugiola*-Zucht gefundene Arten sind hier nicht nochmals aufgeführt:[5]) *Carpophilus bipustulatus* Heer *(Ins. Coleopt.)*.

k) Konservierungstechnik. Haupthindernis für eine einwandfreie Konservierung unter Erhaltung der natürlichen Farben sind bei *Phlugiola dahlemica* Wd. Eichl. die bunt gebänderten Augen, die wenige Tage nach dem Tode ihre Farbe verlieren. Trockenkonservierung erhält dagegen das Körpergrün bei sachgemäßer Behandlung recht gut.

[1]) Eine pilzliche Krankheit kommt nicht in Frage, wie mir Herr Prof. Dr. Ulbrich nach Schilderung des Krankheitsbildes und Vorweisung kranker Tiere bestätigte. Auch fand sich in Ausstrichen niemals Myzel.

[2]) Das von King & c. 1936 bei *Melanoplus spp. (Acridoidea)* beschriebene durch die Amöbe *Malameba locustae* King & Taylor hervorgerufene Krankheitsbild scheint einige Ähnlichkeit damit zu haben.

[3]) Tot angetroffene ♀♀ dieser Kategorie sitzen oft ganz wie lebende an Blattunterseiten.

[4]) Eingeschleppte sind gesperrt gedruckt.

[5]) Die Trennung nach diesen zwei Kategorien ließ sich nicht streng durchführen.

Zur flüssigen Konservierung versuchte ich die verschiedensten Kombinationen, ohne allerdings vollen Erfolg zu haben. Die üblichen Konservierungsmittel versagen völlig. Bis zu einer Woche hielten sich die Augen sehr gut bei Einlegen der Heuschrecke in eine Flüssigkeitskombination selbst ausgedachter Zusammensetzung[1]), während das Chitin der Imagines bereits nachzudunkeln begann.

Weitaus am besten bewährte sich Benitol[2]), in welchem noch nach 2 Wochen alle Farben tadellos erhalten waren. Nach 6 Wochen dagegen hatte sich die Augenfärbung auch in Benitol nicht gehalten, die Augen waren schwarz geworden. Die blaugrünen Körperteile hatten einen grauen Anflug erhalten, während das braunpigmentierte Chitin immer noch sehr schön erhalten war.

l) Schrifttum. Da ich in meiner Hauptarbeit (Eichler 1938 g) ein sehr ausführliches Schriftenverzeichnis gebracht habe, kann ich mich hier in der Hauptsache auf Nennung von dort nicht aufgezählten Arbeiten beschränken.

1. Anonym, 1931, „Vakuum-Schaltschütze". Helios **1931** (9).
2. Bradtke, F., 1934, Der Katawert als Behaglichkeitsmaßstab. In: Groeber, H., H. Rietschels Leitfaden der Heiz- und Lüftungstechnik. 10. Aufl. Berlin. S. 251—255.
3. Chapman, R. N., 1927, Animal ecology with especial reference to insects. New York.
4. Eichler, Wd., 1938 g, Lebensraum und Lebensgeschichte der Dahlemer Palmenhausheuschrecke *Phlugiola dahlemica* nov. spec. (Orthopt. Tettigoniid.). [Studien zur deutschen Gewächshausfauna. I.] Dtsch. ent. Z. **1938** (im Druck). — Dort auch weitere Schrifttumsnachweise.
5. — — Zur Ernährung von *Phlugiola dahlemica* Wd. Eichl. (Orthopt. Tettigoniid.) [Studien zur deutschen Gewächshausfauna. V. Zugleich 8. Beitrag zur Kenntnis von *Phlugiola*.] In Vorbereitung.
6. — — Über den Nahrungsverbrauch von *Phlugiola dahlemica* Wd. Eichl. (Orthopt. Tettigoniid.) [Zugleich 11. Beitrag zur Kenntnis von Phlugiola.] In Vorbereitung.
7. Imms, A. D., 1930, A general Textbook of Entomology. London.
8. Just, G., 1935, Praktische Übungen zur Vererbungslehre. 2. Aufl. Berlin.
9. King, R. L., & Taylor, A. B., 1936, *Malpighamoeba locustae* n. sp. *(Amoebidae)*, a protozoan parasitic in the Malpighian tubes of grasshoppers. Trans. Amer. micr. Soc. 55, 6—10. — Über *Malameba locustae*.
10. Megušar, F., 1910, Regeneration der Fang-, Schreit- und Sprungbeine bei der Aufzucht von Orthopteren; Arch. Entwicklungsmech. **29**, 499—586.
11. Miller, A., & Richards, jr., A. G., 1937, Insect Development Analyzed by Experimental Methods, A Review — Part I — Embryonic Stages. J. N. York ent. Soc. **45**, 1—60. — Ausführliches Literaturverzeichnis, der 2. Teil ist von Richards allein besorgt (siehe Zitat).
12. Muenchberg, P., 1938, Ein Verfahren zur Konservierung der Pflanzen, bei dem sie ihre grüne Farbe behalten. Museumskunde N. F. **10**, 23—25.
13. Proell, F., 1928, Eine neue Lupenbrille. Blätter Untersuchungs- u. Forschungs-Instrumente (Rathenow) **2**, 69—70.

---

[1]) 0,4 g crist. Kupferazetat + 0,4 g crist. Kupferchlorid + 15 g Kaliumazetat + 40 cm³ Glyzerin + 10 cm³ Lactophenol + 100 cm³ Aqua destillata.

[2]) Das ich von Herrn Prof. Dr. W. Ramme zur Verfügung gestellt erhielt. Leider ist mir die Zusammensetzung unbekannt. Vermutlich handelt es sich um eine Phenolkombination.

14. Przibram, H., 1932, Fühler- und Beinregeneration bei Phasmiden — VIII —. Auf der Suche nach Bedingungen für orthomorphes, heteromorphes oder mangelndes Wachstum nach Fühlerabschnitt bei *Dixippus morosus* Br. et Redt. Akadem. Anzeiger Wien Nr. **69**, 126—127.
15. Richards, jr., A. G., 1937, Insect Development Analyzed by Experimental Methods, A Review — Part II — Larval and Pupal Stages. J. N. York ent. Soc. **45**, 149—210. — Ausführliches Literaturverzeichnis.
16. Ringleb, F., 1937, Mathematische Methoden der Biologie — insbesondere der Vererbungslehre und der Rassenforschung. Leipzig u. Berlin.
17. Timoféeff-Ressovsky, N. W., 1934, *Drosophila* im Schulversuch. Biologe **3**, 141—147.
18. Ulbrich, E., 1924, Präparations-, Konservierungs- und Frischhaltungsmethoden für pflanzliche Organismen und Anleitung für die Ordnung und Aufbewahrung von Sammlungen konservierter Pflanzen. Handb. biol. Arbeitsmeth., Abt. XI, Teil 1, Heft 6, 689—690 (Lfg. 130).
19. Uvarov, B. P., 1928, Locusts and Grasshoppers — A Handbook for Their Study and Control. London.
20. Werner, F., 1892, Selbstverstümmelung bei Heuschrecken. Zool. Anz. **15**, 58—60.
21. Zacher, F., 1926, Züchtung von Orthopteren. Abderhaldens Handb. biol. Arb.-meth.

Bekämpfung von Spinnmilben durch Klebmittel

Von

P. Steiner

(Holzschutzlaboratorium der Alkaliwerke Westeregeln G. m. b. H.)

(Mit 2 Abbildungen)

Die „Rote Spinne", *Tetranychus telarius,* ist ein auf allen Gebieten des Pflanzenbaues bekannter und gefürchteter Schädling, der sich insbesondere während der Sommermonate unangenehm bemerkbar macht. Die Spinnmilben gehören zu den Schwächeparasiten, d. h. sie befallen mit Vorliebe solche Pflanzen, die sich in einem krankhaften oder verweichlichten Zustand befinden. Aus diesem Grunde trifft man sie in Gärtnereien häufig an Blumen, welche im Treibhaus oder unter Mistbeetfenstern zu besonders schnellem, aber wenig kräftigem Wachstum getrieben werden. Bei der schwächlichen Konstitution derartiger Pflanzen ist ein Befall durch tierische Schädlinge, wie z. B. *T. telarius,* besonders unangenehm und eine wirksame Bekämpfung von erheblicher Bedeutung.

Die Bekämpfung von Spinnmilben kann bei Anwendung chemischer Mittel bekannterweise auf verschiedene Art erfolgen. Üblich ist die Anwendung von Spritzmitteln, Stäubemitteln oder auch, wenn es sich um Befall in Gewächshäusern handelt, von Vergasungsmitteln.

Bei diesen drei verschiedenen Bekämpfungsarten finden in Deutschland in der Hauptsache zwei bekannte Insektizide Verwendung, nämlich Schwefel und Nikotin. Beide werden verspritzt, gestäubt oder vergast. Die gelegentliche Anwendung von Pyrethrum oder Naphthalin sei nur nebenhin erwähnt. Auf welche Weise Schwefel als Spritz- oder Stäubemittel insektizid wirksam ist, ob die Bildung von schwefliger Säure oder von Schwefelwasserstoff dabei eine wesentliche Rolle spielt, ist bisher noch nicht klargestellt worden. Nikotin wirkt bekanntlich in erster Linie als Atemgift. Nikotin- oder schwefelhaltigen Brühen werden vielfach Kaliseifen (Schmierseifen) beigemischt, da diese einerseits selbst insektizid wirksam sind, andererseits den benutzten Brühen ein größeres Benetzungsvermögen verleihen. Darüber hinaus haben die genannten Mittel die Eigenschaft, beim Abtrocknen auf den Blättern mehr oder

weniger zusammenhängende Häutchen zu bilden, durch welche kleine Insekten, wie Blattläuse oder die noch kleineren Spinnmilben, auf den befallenen Pflanzen festkleben und abgetötet werden.

Die Möglichkeit, Spinnmilben durch filmbildende Spritzmittel abzutöten, wird besonders in den Vereinigten Staaten und dem übrigen Amerika ausgenützt. So wird in der amerikanischen Pflanzenschutzliteratur zur Bekämpfung von Spinnmilben vielfach das Spritzen mit Mineralölemulsionen als sehr wirksam empfohlen, so z. B. 1—1,5prozent. Sommerölemulsion oder 1prozent. Ölemulsionen mit kolloidalem Kupfer. Auch Emulsionen von sulfuriertem Öl ergaben noch in Verdünnungen von 1 : 240 bis 1 : 300 eine 100prozent. Abtötung der Spinnmilben. Zum gleichen Zwecke wird Leinöl mit Seife und Wasser emulgiert und verspritzt. Nach dem Verspritzen hinterläßt es auf den Blättern einen verhärtendem Rückstand, der die darauf befindlichen Milben einhüllt und zum Absterben bringt.

In Erkenntnis dieser Tatsache ist man vielfach dazu übergegangen, zur Spinnmilbenbekämpfung überhaupt nur klebende Spritzmittel zu benutzen. So spritzte man bereits 1913 in Amerika zur Bekämpfung der „Roten Spinne" auf Hopfen einen einfachen dünnen Mehlkleister, bestehend aus 8 lb (= 3,6 kg) Mehl in 100 gal (= 378 l) Wasser. Man erreichte dabei ohne zusätzliche Verwendung sonst üblicher Insektizide eine restlose Vernichtung der Spinnmilben, ohne die Pflanzen irgendwie zu beschädigen.

An Stelle von Mehlkleister benutzte Zacher (1) Kartoffelstärke und erzielte ausgezeichnete Resultate. Doch mußte die Kartoffelstärke noch mehr verdünnt werden als der amerikanische Mehlkleister. Zur Bekämpfung der „Roten Spinne" auf Hopfen benutzte der gleiche Autor (2) eine Brühe aus Alaun und Schwefelkalk, kombiniert mit Kartoffelstärke oder noch besser Gelatine. Über die alleinige Verwendung von haftenden Spritzmitteln berichtet McDaniel (3), der zur Verhinderung der Abwanderung von *T. telarius* die Befallsherde mit einer Auflösung von 1,5 lb (= 0,67 kg) Leim in 10 gal (= 37,8 l) Wasser bespritzte.

Als ich im Sommer dieses Jahres wegen der Bekämpfung der „Roten Spinne" an Hortensien in einer Gärtnerei befragt wurde, riet ich zunächst zur Bestäubung mit feingemahlenem Schwefel. Die im Treibhaus stehenden Stecklinge zeigten sich jedoch empfindlich hiergegen. Es wurde deshalb bei anderen Pflanzen eine Bespritzung mit 0,2 % Nikotinextrakt + 2 % Schmierseife vorgenommen, wobei keine Pflanzenbeschädigung eintrat. — Bei der genaueren Untersuchung der bespritzten Pflanzen stellte ich fest, daß die Spinnmilben bei der Bespritzung in den Winkeln der Blattadern zusammengespült und von dem Brühenrückstand verklebt und abgetötet waren. Diese Feststellung veranlaßte mich, überhaupt auf Insektizide zu verzichten und an ihrer Stelle Spritzbrühen zu verwenden, die einen klebrigen Überzug auf den behandelten Pflanzen bilden. Als solche benutzte ich eine 0,5prozent. Gelatine-Lösung, die

zum Zwecke besserer Benetzung mit 0,25 % Texaponöl (Deutsche Hydrierwerke, Dessau) versetzt war.

Die Wirkung der 0,5prozent. Gelatinelösung war durchaus befriedigend und stand hinter der Nikotinbrühe nicht zurück. Die Abbildungen 1 und 2 zeigen die von Spinnmilben befallenen Pflanzen zur

Abb. 1 *a* *b* *c*

Abb. 2 *a* *b* *c*

Abb. 1 und 2. Von der „Roten Spinne" befallene Hortensien
Abb. 1 nach der 1. Bespritzung, Abb. 2 nach der 2. Bespritzung. (*a* 0,5prozent. Gelatinelösung, *b* 0,2prozent. Nikotinextrakt, *c* unbehandelt)

Zeit der ersten Bespritzung und 10 Tage nach derselben. Die jeweils rechts stehende unbehandelte Pflanze zeigt die Folgen einer uneingeschränkten Spinnmilbenvermehrung, die sich in einem langsamen Absterben der Pflanze auswirkt.

Die Versuche ergaben weiter, daß eine Konzentration von 0,5 % Gelatine noch genügend Klebkraft besitzt, um die Milben festzuhalten.

Bei 0,25 % ist diese Sicherheit mehr gegeben, während 1prozent. Gelatinelösung die Gefahr mit sich bringt, daß auch die Blattknospen verkleben und Wachstumsstörungen eintreten können. Diese Nachteile waren bei 0,5prozent. Gelatinelösung nicht vorhanden.

Wie bei anderen Spritzmitteln, so ist auch bei Gelatinelösung eine zweimalige Behandlung notwendig, da durch die erste Bespritzung die vorhandenen Spinnmilbeneier nicht abgetötet werden. Man muß deshalb zur restlosen Beseitigung des Befalls eine zweite Spritzung nach dem Ausschlüpfen der Junglarven vornehmen, was im allgemeinen etwa 8—10 Tage nach der ersten Bespritzung erfolgt.

Obwohl die Spinnmilbenbekämpfung durch Anwendung klebender Spritzmittel (Haftmittel) ein an sich bekanntes Verfahren darstellt, so ist doch erstaunlich, daß bisher in der Praxis so wenig Gebrauch davon gemacht wird. Gegenüber den Nikotinspritzbrühen hat eine Gelatinelösung auch noch den Vorteil weit größerer Wirtschaftlichkeit. Dies ergibt sich aus der Tatsache, daß 100 kg Spritzflüssigkeit aus 0,5 % Gelatine und 0,25 % Texaponöl etwa 2,40 RM kosten, wogegen sich die Unkosten für 100 kg Spritzbrühe aus 0,2 % Nikotinextrakt + 2 % Schmierseife auf etwa 7,40 RM belaufen.

Es stehen sich also die Kosten von 2,40 RM bzw. 7,40 RM für Gelatinelösung bzw. Nikotinseifenbrühe gegenüber. Vermutlich lassen sich die Kosten der Gelatinelösung durch Verminderung oder gänzlichen Fortfall des Texaponöls aber noch erheblich herabsetzen. Dadurch würden sich die Kosten noch mehr zugunsten von Gelatinelösung ändern. Zudem liegt es im allgemeinen Interesse, im Pflanzenschutz von der Verwendung giftiger, auch für den Menschen gefährlicher Stoffe, wozu auch Nikotin zu rechnen ist, loszukommen, insbesondere wenn sich diese durch harmlose Mittel ersetzen lassen.

Unter diesen Umständen schien es mir zweckmäßig, die Frage der Verwendung von klebenden Spritzmitteln bzw. Haftmitteln zur Bekämpfung von Spinnmilben im Gartenbau hier nochmals zu erörtern und die Anwendung derselben erneut anzuregen.

Schrifttum

1. Zacher, F., Untersuchungen über Spinnmilben. (Mitteilungen der Biol. Reichsanstalt f. Land- und Forstwirtschaft Heft 21, S. 91—100, 1921.)
2. — — Biologie, wirtschaftliche Bedeutung und Bekämpfung der Spinnmilben. (Verh. Deutsche Gesellsch. f. angew. Entomologie, 3. Mitgl.-Vers. Eisenach 1921, S. 5—12, 1922.)
3. McDaniel, E. I., The principal Insekt Pests of Juniper in Michigan. (Quart. Bull. Mich. agric. Exp. Sta. 16, no. 4, S. 244—246. East Lansing, Mich. 1934.)

Band XXVI, Heft 2

Originalaufsätze

(Aus dem Institut für Waldschutz der Preußischen Versuchsanstalt für Waldwirtschaft, Eberswalde)

Zur Biologie des Kiefernspannerparasiten Ichneumon nigritarius Grav.

Von

Walter Thalenhorst

(Mit 6 Abbildungen)

Inhaltsverzeichnis Seite

A. Einleitung 185
B. Imaginalleben 186
1. Schlüpfen 186
2. Begattung 187
3. Lebensdauer 187
4. Temperaturgrenzen 189
5. Wirtskreis 190
C. Fortpflanzungsbiologie 192
1. Eiablage 192
2. Präimaginalentwicklung 195
3. Generationenfolge 195
D. Generationszahl und Wirtswechsel 195
1. Einfache Generation 196
2. Mehrfache Generation 197
a) Mehrfache Generation ohne Wirtswechsel 197
b) Mehrfache Generation mit Wirtswechsel 199
E. Die Parasitierung des Kiefernspanners im Herbst 204
F. Schlußbetrachtungen 205
G. Zusammenfassung 207
H. Schrifttum 207

* * *

A. Einleitung

Die Biologie der Parasiten des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.) bedarf noch in vielen Punkten der Klärung. Anläßlich einer Massenvermehrung des Spanners in der Letzlinger Heide (Reg.-Bez. Magdeburg) bot sich im Jahre 1937 günstige Gelegenheit, Unter-

suchungen über dieses Thema in Angriff zu nehmen. An erster Stelle sollten die Lebensgewohnheiten der am häufigsten in den Kiefernspannerpuppen schmarotzenden Schlupfwespe, *Ichneumon nigritarius* Gravenhorst, erkundet werden.

Unsere Kenntnis über den Lebenslauf dieser Schlupfwespe weist Lücken auf. Die Larven und Puppen werden zahlreich in den überwinternden Spannerpuppen gefunden; die Imagines erscheinen im Mai bis Juni, gewöhnlich eine geraume Zeit vor dem Fluge des Kiefernspanners. Über das Schicksal des Parasiten von seinem ersten Auftreten an bis zur Gründung der in den Spannerpuppen überwinternden Generation sind bislang verschiedene, einander widersprechende Ansichten geäußert worden. Vor allem sind von Eidmann (1927) und Steiner (1931) Deutungsversuche unternommen worden, die aber noch kein endgültiges Resultat gezeitigt haben. In erster Linie ist u. a. die Generationszahl der Schlupfwespe noch unbekannt.

Die vorliegende Arbeit sollte diese und andere Fragen klären. Sie wurde absichtlich auf Untersuchungen im Laboratorium beschränkt. Bestimmend hierfür war die Überzeugung, daß die Kenntnis einiger der wichtigsten biologischen Daten nur durch Einzelzuchten des Objekts erlangt werden konnte. Auf Freilandbeobachtungen konnte um so eher verzichtet werden, als *Ichneumon nigritarius* Grav. im Verlauf der im Letzlinger Befallsgebiet durchgeführten Untersuchungen des Instituts für Waldschutz von anderer Seite in seiner natürlichen Umgebung beobachtet wurde [1]). Meinen Kollegen Dr. H. Engel, Dr. E. Müller-Kögler und Dr. W. Subklew, die mir eine Reihe von Beobachtungsdaten zur Auswertung überließen, statte ich auch an dieser Stelle meinen Dank hierfür ab.

Es ist mir weiterhin eine angenehme Pflicht, dem Leiter des Instituts für Waldschutz, Herrn Professor Dr. F. Schwerdtfeger, für Anregung zu dieser Arbeit und ständiges Interesse an ihrem Fortgang meinen besonderen Dank auszusprechen.

B. Imaginalleben

1. Schlüpfen

Über die Zeit des Erscheinens der Wespe im Freiland liegen Angaben aus verschiedenen Gegenden und verschiedenen Jahren vor. Während der Spannerkalamität in Mecklenburg im Jahre 1930 notierte Steiner (1931, S. 608) den 14. Mai als ersten Schlüpftag. Der Hauptflug fand wenige Tage später statt. In der Letzlinger Heide erfolgte der erste größere Flug von *I. nigritarius* am 23. Mai. Die Männchen treten, wie bekannt, zuerst auf (s. Eidmann 1927, S. 61).

Die von mir im Laboratorium zur Zucht der Schlupfwespen angesetzten, aus dem Befallsgebiet der Letzlinger Heide und Umgebung

[1]) Eine Veröffentlichung sämtlicher in der Letzlinger Heide durch das Institut für Waldschutz durchgeführter Arbeiten wird demnächst in den „Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft“ erfolgen.

stammenden Kiefernspannerpuppen entließen die ersten Exemplare von *I. nigritarius* bereits am 22. April. Die höchsten Schlüpfzahlen für die Männchen wurden vom 4. bis 9. Mai, für die Weibchen vom 7. bis 13. Mai notiert.

Das Schlüpfen selbst geht rasch vor sich. Die schlüpfreife Wespe durchbeißt von innen in wenigen Minuten das Chitin der Wirtspuppe. Gewöhnlich wird das Kopfende der Puppe durch einen sauberen, kreisrunden Schnitt abgetrennt, gelegentlich wird ein kleineres, unregelmäßiges Loch ausgenagt. Vereinzelt wurde beobachtet, daß die Wespe die Puppe am Abdominalende verläßt. Die schon in der Puppe ausgestreckten, nur noch etwas zusammenklebenden Flügel des schlüpfenden Tieres werden durch Putzen mit den Beinen in wenigen Augenblicken geglättet und trocknen sofort.

2. Begattung

Die Kopula kann unmittelbar nach dem Schlüpfen stattfinden (Eidmann 1927, S. 62). Bereits begattete Weibchen scheinen sich weiteren Kopulationsversuchen seitens der Männchen zu widersetzen. Erfolgreiche Begattung ist noch längere Zeit (54 Tage) nach dem Schlüpfen des Weibchens möglich.

3. Lebensdauer

Über die Lebensdauer der Imagines wurden an Hand des im Frühjahr 1937 geschlüpften Zuchtmaterials eine Reihe genauer Daten gesammelt. Die Tiere wurden teils einzeln, teils zu Pärchen, teils zu mehreren (10—25) in verschiedenen Zuchtbehältern und bei verschiedenen Temperaturen gehalten.

Dem Nahrungs- und Flüssigkeitsbedarf der Wespen wurde durch einen hin und wieder erneuerten, auf einem Deckgläschen gereichten Honigwassertropfen entsprochen. Die Tiere sättigten sich sofort nach dem Schlüpfen und wurden auch später häufig bei der Nahrungsaufnahme betroffen.

Tabelle 1

Durchschnittliche Lebensdauer der Imagines von *Ichneumon nigritarius* Grav. in verschiedenem Lebensraum und bei verschiedenen Temperaturen

Zucht	Geschlecht	Thermostaten 10°	15°	20°	25°	Freilandkultur bei stark schwankenden Temperaturen
		Lebensdauer in Tagen				
Einzel- bzw. Pärchenzucht in Petrischalen	♂♂	20	20	14	5	9
	♀♀	52	18	9	3	23
Massenzucht in Deckelglasschalen (950 ccm) bzw. in gazebespannten Glaszylindern (2370 ccm)	♂♂	—	14	9	1	—
	♀♀	—	4	7	3	—

Die durchschnittliche Lebensdauer von Männchen und Weibchen in verschiedenem Lebensraum und verschiedenen Temperaturen ist in Tabelle 1 aufgeführt.

Aus der Tabelle geht hervor, daß — wie zu erwarten — die Lebensdauer der Imagines von 10—25 ° mit steigender Zuchttemperatur abnimmt.

Der Einfluß des Lebensraumes macht sich insofern bemerkbar, als die Schlupfwespen sich in den Einzel- oder Pärchenzuchten durchweg länger halten lassen als in den Massenzuchten. Mir scheint nicht der relative Lebensraum, der jedem Einzeltier zusteht, sondern die absolute Individuenzahl innerhalb des einzelnen Zuchtkäfigs für die Lebensdauer der Tiere ausschlaggebend zu sein. So stehen einer in einer Petrischale gehaltenen, einzelnen Wespe rund 100 ccm zur Verfügung, der gleiche Raum aber rein rechnerisch auch beispielsweise jedem Tier aus einer Massenzucht von 23 Wespen, die gemeinsam in einem mit Gaze verschlossenen Glaszylinder von 11 cm Durchmesser und 25 cm Höhe (V = rund 2350 ccm) leben. In einer solchen Massenzucht — seien es Männchen, Weibchen oder beide Geschlechter gemeinsam — halten sich die lebhaften Wespen aber im allgemeinen nur wenige Tage, und zwar vermutlich darum, weil sie sich gegenseitig stören und sogar verletzen, wie häufig gefundene abgebissene Fühler oder Beine bezeugten. Einzeltiere und Pärchen können dagegen auch in dem verhältnimäßig beschränkten Raum einer Petrischale sehr lange am Leben gehalten werden. Durch Zucht einzelner Tiere in größeren Gefäßen (305, 950, 2350 ccm) wurde keine längere Lebensdauer erzielt.

Über das Verhältnis der Lebensdauer von Männchen und Weibchen gibt Tabelle 1 keine eindeutigen Werte. Das dürfte daran liegen, daß die dort angegebenen Durchschnittswerte aus einem Zahlenmaterial mit großer Streuung zusammengestellt wurden. So ging z. B. in einer der Versuchsreihen die größte Anzahl der weiblichen Tiere nach etwa 2—10 Tagen ein, während als maximale Lebensdauer 83 Tage notiert wurden. Der rechnerische Durchschnittswert von 9 Tagen wird also den tatsächlichen Verhältnissen nicht gerecht. Eine Streuung von derartigem Ausmaße kann auch wohl kaum durch „individuelle Unterschiede" erklärt werden. Sie dürfte in den Massenzuchten wenigstens zum Teil dadurch zustande gekommen sein, daß zwar in den ersten Tagen die Mehrzahl der Insassen einging, die wenigen Überlebenden aber dann dank der Herabsetzung der Belegzahl ein wesentlich höheres Lebensalter erreichen konnten. Jedoch auch in den Einzelzuchten stand einer Anzahl von Wespen, die ein sehr hohes Lebensalter erreichten, eine beträchtliche Zahl von Tieren gegenüber, die bereits nach wenigen Tagen eingingen. Als Ursache für diese hohe Sterblichkeit sind vielleicht präimaginale Schädigungen anzunehmen, die während des Suchens oder des Versandes der Puppen oder auch während der Aufzucht bis zum Schlüpfen einen Teil der Tiere betroffen haben mögen. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß die Wespen zur Hauptschlüpfzeit

zahlreich in einer größeren Zuchtschale aus den Puppen schlüpften und nur alle 24 Stunden ausgelesen und auf die Einzelzuchten verteilt wurden. Schon in dieser kurzen Zeitspanne kann ein Teil der später einzeln gehaltenen Tiere geringe Schädigungen erlitten haben, die ihre natürliche Lebensdauer beträchtlich herabsetzten.

Unter diesen Umständen ergibt die Angabe der beobachteten Maximallebensdauer von Männchen und Weibchen ein deutlicheres Bild. (Eine eingehende Veröffentlichung der Zuchtdaten kann aus Gründen der Raumersparnis nicht gegeben werden.)

Das — von mir willkürlich als Grenze gesetzte — Lebensalter von 50 Tagen erreichten bzw. überschritten von 320 Männchen nur 5, von 274 Weibchen dagegen 23. Das höchste beobachtete Lebensalter eines Männchens betrug bei 10° Zuchttemperatur 57, das eines Weibchens bei der gleichen Temperatur 90 Tage, also rund 3 Monate. Bei 15° wurden als entsprechende Maximalwerte 54 Tage (♂) bzw. 65 Tage (♀) notiert, bei 20° 25 Tage (♂) bzw. 52 Tage (♀), bei 25° 12 (♂) bzw. 44 Tage (♀).

Die Ergebnisse wurden in späteren Zuchten bestätigt. Der Schluß von den im Laboratorium erhaltenen Beobachtungen auf die Lebensdauer von *Ichneumon nigritarius* im Freiland ist allerdings nur mit Vorsicht zu ziehen. Ob das im Laboratorium gefundene Höchstalter von 3 Monaten im Freien erreicht wird, ist fraglich. Wenn auch im Walde eine gegenseitige Störung der Tiere kaum eintritt, so ist doch mit einem erheblichen Abgange durch Feinde, ungünstige Witterung und andere Schadfaktoren zu rechnen. Zudem lag 1937 in den Monaten Mai bis Juli, in denen die im Frühjahr schlüpfenden Tiere ihr Leben verbrachten, die Temperatur etwa zwischen 10 und 28°, im Mittel bei 15—18° (nach Temperaturmessungen in der Letzlinger Heide), so daß man höchstens die im Laboratorium für diese Temperatur gefundenen Werte der Lebensdauer als Vergleich heranziehen könnte. Nach allem ist die Lebensdauer von *Ichneumon nigritarius* im Freiland vielleicht auf 30 (♂) bzw. (50 ♀) Tage einzuschätzen.

4. Temperaturgrenzen

Interesse verdient die Empfindlichkeit der Imagines von *I. nigritarius* gegenüber extrem tiefen bzw. hohen Temperaturen. Zur Feststellung dieser Reaktion wurden in der üblichen Weise Versuche angesetzt, indem einige Wespen in einem Reagenzgläschen eingeschlossen und beobachtet wurden, das mittels Eisgemisches gekühlt bzw. auf einem Wasserbade erwärmt werden konnte. Um die Temperaturunterschiede innerhalb des Beobachtungsraumes möglichst gering zu halten, wurde dieser durch eine Korkscheibe auf 2 cm Länge eingeschränkt. Die Temperatur wurde an einem in das Beobachtungsröhrchen eingeführten Thermometer abgelesen.

Untersucht wurden 3 ♂♂ und 7 ♀♀. Die Beobachtungsdaten sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2

Verhalten von *Ichneumon nigritarius* Grav. (♂, ♀) bei extrem tiefen und extrem hohen Temperaturen

		♂	♀
Abkühlung:	Aufhören der koordinierten Bewegungen . .	+ 7°	+ 3°
	Eintritt der Kältestarre	± 0°	+ 0,5°
Auftauen:	Erste sichtbare Bewegung	+ 1,5°	+ 2.5°
	Erste koordinierte Bewegung	+ 9°	+ 8°
Erwärmung:	Beginnende Ruhelosigkeit	+ 30°	+ 35°
	Einsetzen häufiger Ermattungspausen . . .	+ 37°	+ 48°
	Aufhören der koordinierten Bewegungen . .	+ 39°	+ 49°
	Eintritt der Wärmestarre	+ 42°	+ 50°

Die Kälteempfindlichkeit scheint bei Männchen und Weibchen ungefähr gleich zu sein. Das Einsetzen der unkoordinierten wie der koordinierten Bewegungen beim Auftauen liegt durchweg bei höherer Temperatur als das Aussetzen dieser Bewegungen beim Abkühlen. Diese Erscheinung ist wohl durch eine gewisse Verzögerung des Absinkens bzw. Ansteigens der Körpertemperatur gegenüber den Veränderungen der Außentemperatur zu erklären. Gegenüber extrem hohen Temperaturen sind nach Tabelle 2 die Weibchen von *Ichneumon nigritarius* offenbar widerstandsfähiger als die Männchen. Trotz der geringen Zahl der Versuchstiere dürfte dieser Unterschied als sicher gelten können.

5. Wirtskreis

Es ist bekannt, daß *Ichneumon nigritarius* Grav. nicht nur der Hauptparasit des Kiefernspanners, sondern auch ein wichtiger Parasit der Forleule ist (Baer 1925, S. 26) und überdies aus den Puppen einer weiteren Reihe von Lepidopterenarten als Schmarotzer gezogen wurde. Dalla Torre (1901/02, S. 956) gibt als Wirte von *I. nigritarius* folgende Arten an:

Eriogaster lanestris L.
Angerona prunaria L.
Macaria liturata Cl. (= *Semiothisa liturata* Cl.).
M. signaria Hb. (= *S. signaria* Hb.).
Fidonia piniaria L. (= *Bupalus piniarius* L.).
Clostera reclusa (?).
Trachea piniperda Esp. (= *Panolis flammea* Schiff.).
Taeniocampa miniosa F.
Plusia gamma L.
P. festucae L.
Abraxas grossulariata L.

Nach Sedlaczek (1915, S. 99) wurde *Ichneumon nigritarius* weiterhin als Parasit des Beerkrautspanners *Boarmia crepuscularia*

Schiff. und des Birkenspanners *Amphidasis betularia* L. gefunden. Eidmann (1927, S. 79) zog die Schlupfwespe aus dem Heidekrautspanner *Hematurga atomaria* L. Zwölfer (1932, S. 545 Anm.) bestätigt die Angabe Sedlaczeks, daß *Boarmia crepuscularia* Schiff. als Wirt der Schlupfwespe fungieren kann. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß *I. nigritarius* als Parasit sogar in den Kokons von *Banchus femoralis* Thoms. gefunden wurde (Smits van Burgst 1921, Sitowski 1923).

Bereits Eidmann (1927, S. 80) weist auf den Größenunterschied der aus Puppen verschiedener Lepidopterenarten gezogenen Wespen hin, der ihn sogar anfänglich an eine Artverschiedenheit der aus *Bupalus piniarius* und *Hematurga atomaria* erschienenen Schlupfwespen denken ließ. In der Tat ist der Größenunterschied beispielsweise zwischen Exemplaren von *I. nigritarius*, die aus Forleulenpuppen schlüpften, und solchen, die aus den verhältnismäßig kleinen Puppen des Heidekrautspanners erhalten wurden, sehr auffällig (s. Abb. 1). Wenn auch die Artgleichheit derartiger Formen sichergestellt ist (Ruschka, nach Eidmann a. a. O.), so darf doch die Möglichkeit einer Aufspaltung in biologischen Rassen oder auch nur in Gewohnheitsrassen, die an die verschiedenen Wirtsarten gebunden und äußerlich durch die Größenunterschiede gekennzeichnet sein können, nicht außer acht gelassen werden (Bischoff 1927, S. 124).

Abb. 1. Männchen von *Ichneumon nigritarius* Grav., geschlüpft aus (von links nach rechts): 1. *Panolis flammea* Schiff., 2. *Boarmia crepuscularia* Schiff., 3.—5. *Hematurga atomaria* L.

Zwar kopulierten in meinen Zuchten aus Eule geschlüpfte *nigritarius*-♂♂ ohne weiteres mit den aus Kiefernspannerpuppen gezogenen ♀♀ (und umgekehrt), sofern nicht ein zu erheblicher Größenunterschied aus anatomischen Gründen die Begattung vereitelte. Ein Beweis gegen eine Aufspaltung in Rassen kann durch diese Beobachtung allein freilich noch nicht erbracht werden.

Gewisse, vor allem bei den Männchen auftretende Farbvariationen (rote oder schwarze Färbung der Beine) sind nach einer mündlichen Mitteilung von Herrn Reg.-Rat Dr. H. Sachtleben (Berlin-Dahlem) in diesem Zusammenhange ohne Bedeutung (s. auch Sitowski 1922, S. 20).

Ichneumon nigritarius Grav. schlüpft aus den Puppen der Forleule ungefähr zu derselben Jahreszeit wie aus den Spannerpuppen, also in der zweiten Hälfte des Mai (Beobachtung Subklews 1938 aus dem Eulenschadgebiet im Reg.-Bez. Merseburg. Mündliche Mitt.). Für das Erscheinen der Schlupfwespe aus den Puppen der anderen, von ihr parasitierten Schmetterlingsarten liegen, soweit mir bekannt ist, keine Daten vor. Untersuchungen über die Lebensdauer dieser Formen von *I. nigritarius* wurden von mir nicht angestellt, doch dürfte sie wohl bedenkenlos auf die gleiche Höhe wie die des Spannerparasiten einzuschätzen sein.

C. Fortpflanzungsbiologie

1. Eiablage

Nach Plotnikow (1914) legt *Ichneumon nigritarius* Grav. seine Eier in die Puppen des Kiefernspanners ab. Verpuppungsreife Raupen werden nach Aussage dieses Autors nicht angegriffen. Im gleichen Sinne zitieren und bestätigen Wolff und Krauße (1925. S. 23) eine von v. Geyr (1913) angestellte Beobachtung über den Anstich von Forleulenpuppen durch die Schlupfwespe. Die Berichterstatter haben den Vorgang im Lichtbild festgehalten. Prell (1925. S. 385) bezweifelt die Schlüssigkeit dieser Beobachtung mit der Begründung, daß das Anstechen der Puppe nicht zwingend die Eiablage bzw. die Fortentwicklung des Embryos zur Folge haben müsse. Er hält also offenbar den von Wolff und Krauße beobachteten Anstich der Eulenpuppen für eine durch die Umweltverhältnisse der Zucht verursachte Instinktverirrung. Diese Auffassung ist in die spätere einschlägige Literatur übernommen worden. Eidmann (1927, S. 77). der die Fortpflanzungsbiologie von *Ichneumon nigritarius* eingehend bespricht, behauptet, daß die Schlupfwespe ihren Wirt als Raupe ansticht, und daß die Parasitenlarve später bei der Verwandlung des Wirts zur Puppe in diese übernommen wird. Steiner (1931, S. 609) vertritt, ohne sich auf Beobachtungen zu stützen, die Auffassung, daß *I. nigritarius* die Eiraupen seines Wirts mit Eiern belegt.

Die Entscheidung darüber, welches Stadium des Wirts durch *Ichneumon nigritarius* angestochen wird, kann nur die unmittelbare Beobachtung erbringen. In der Letzlinger Heide ist diese Beobachtung im Freiland weder Engel noch Subklew (mündliche Mitteilung) geglückt. Das Bemühen, den Vorgang der Eiablage im Laboratorium zu beobachten, erschien mir aussichtsreicher. Zu diesem Zwecke wurden begattete Weibchen von *I. nigritarius* zusammen mit Raupen und Puppen verschiedener, als Wirte bekannter Schmetterlingsarten in Zucht genommen. Es waren dies *Bupalus piniarius* L., *Panolis flammea* Schiff., *Boarmia crepuscularia* Schiff. und *Hematurga atomaria* L. Die Kiefernspanner- und Forleulenraupen waren aus dem Ei gezogen, also sicher unparasitiert. Raupen von *B. crepuscularia* Schiff. und *H. atomaria* L. waren kurz vor ihrer Verpuppung aus Heidelbeerbeständen in der Schorfheide eingetragen worden, konnten also bereits parasitiert sein.

Es wurde beobachtet, daß Weibchen von *I. nigritarius* die ihnen vorgelegten Puppen anstachen. Damit werden die von v. Geyr wie von Wolff und Krauße (1925, S. 23) wiedergegebenen Beobachtungen bestätigt. Der Anstich geht folgendermaßen vor sich: Die Wespe trifft auf die (in einer Petrischale auf Filtrierpapier liegende) Puppe und betastet sie erregt mit den Antennen (Abb. 2). Das Weibchen steigt nun unter weiterem Fühlerspiel auf die Puppe und krümmt den Hinterleib nach unten. Liegt die Puppe lose auf Filtrierpapier, so rollt sie ein wenig, so daß die Schlupfwespe auf der Seite liegt und der Anstich von oben genau beobachtet werden kann. Die Wespe tastet mit dem jetzt hervorgestreckten Legebohrer die Puppe ab, bis sie eine geeignete Stelle zum Durchbohren des Chitinpanzers gefunden hat (Abb. 3). Der Legestachel wird nunmehr unter drehenden Bewegungen durch das Chitin gestoßen, wobei die Wespe sich mit den Beinen an der Puppe festhält und sich kräftig gegen diese stemmt. Abwehr-

Abb. 2.

Abb. 3.

Abb. 4.

Abb. 2—4. Anstich einer Eulenpuppe durch ein Weibchen von *Ichneumon nigritarius*. Abb. 2. Betasten der Puppe. Abb. 3. Ansetzen des Legestachels. Abb. 4. Eiablage

bewegungen der Puppe werden nicht beachtet. Der Anstich selbst erfolgt nicht in die Intersegmentalhäute, sondern in die Chitinwände des Thorax, der Flügelscheiden oder der Abdominalsegmente. Der Legestachel wird fast in voller Länge in die Puppe eingeführt (Abb. 4). Unter Pumpbewegungen des Abdomens gleitet das Ei durch die Legeröhre in die Puppe. Der Stachel wird hierauf herausgezogen. Der gesamte Vorgang dauert wenige Minuten.

Es werden sowohl grüne, d. h. soeben erst aus der Vorpuppe entstandene, wie auch ältere Puppen mit bereits längst erhärteter Chitinhülle von *Ichneumon nigritarius* angestochen, sogar solche, in denen bereits der Falter fertig ausgebildet ist. Die Puppen von *Bupalus piniarius* wie auch anderer an Kiefer lebender Spannerarten (*Semiothisa liturata* Cl., *Ellopia prosapiaria* L.), Puppen der Forleule wie der Geometriden *Boarmia crepuscularia* Schiff. und *Hematurga atomaria* L. werden in gleicher Weise belegt.

Daß Eidmann (1927, S. 65) in seinen Versuchen *I. nigritarius* nicht bei der Eiablage hat beobachten können, ist vielleicht durch die Empfindlichkeit der Schlupfwespe gegenüber einer Überfüllung der Zuchtgefäße (s. S. 188) zu erklären. Der Einwand Prells (1925, S. 385), daß der im Laboratorium beobachtete Anstich von Puppen durch *I. nigritarius* keine Schlüsse auf das normale biologische Verhalten der Schlupfwespe zuläßt, wird durch meine Zuchten entkräftet. Der von Prell verlangte Nachweis der Eiablage wird durch die nachstehend mitgeteilten Versuchsergebnisse geführt. Aus den vor meinen Augen von den Schlupfwespenweibchen bestochenen Puppen sowie aus einer Anzahl weiterer Puppen, die den Weibchen von *I. nigritarius* vorgelegen hatten, ohne daß ein Anstich unmittelbar beobachtet wurde, erschienen nach einigen Wochen männliche und weibliche Schlupfwespen. Da wenigstens ein Teil der belegten Puppen (Kiefernspanner und Forleule) einwandfrei vorher noch nicht parasitiert worden war, ist somit erwiesen, daß die Eier von *Ichneumon nigritarius* Grav. in die Puppen abgelegt worden sind und sich in ihnen bis zur Imago weiterentwickelt haben.

Erstmalige Eiablage wurde frühestens am 21. Tage, spätestens am 67. Tage nach dem Schlüpfen der *nigritarius*-♀♀ beobachtet. Demnach bleibt die Fortpflanzungsfähigkeit bis in das hohe Alter bewahrt, auch wenn inzwischen noch keine Eier abgelegt worden sind. Leider war nicht festzustellen, wann die Tiere frühestens reife Eier abzulegen vermögen, doch dürfte dies nach Eidmann (1927, S. 67) bereits wenige Tage nach dem Schlüpfen möglich sein.

Die Beobachtung des Puppenanstichs schließt nicht aus, daß *Ichneumon nigritarius* seine Wirte auch als Raupe anstechen kann. Czerwiński und Kuntze (1930, S. 2), die in größerem Umfange sowohl Raupen wie Puppen des Kiefernspanners auf die Anwesenheit von Parasitenlarven geprüft haben, berichten allerdings, daß in den Raupen des Schädlings nie Larven von *I. nigritarius* aufgefunden werden konnten. Zur Klärung dieser Frage habe ich Schlupfwespenweibchen längere Zeit mit Raupen der oben erwähnten Lepidopterenarten (s. S. 192) zusammen gehalten. Ein Belegen der Raupen durch die Schlupfwespe konnte jedoch nicht beobachtet werden. Die Wespen, die jeden Gegenstand im Zuchtkäfig zunächst lebhaft zu untersuchen pflegen, schraken sofort zurück, sobald sie mit einer Raupe in Berührung kamen. Abwehrbewegungen der Raupe vertrieben die Schlupfwespen augenblicklich.

Die Raupenzuchten wurden weitergeführt, um festzustellen, ob nicht doch eine Parasitierung erfolgt war. Mit der Zeit traten aber Mykosen und Polyeder auf, die den größten Teil der Versuchstiere vernichteten. Soweit es möglich war, wurden die eingegangenen Raupen seziert, doch enthielt keine von ihnen Parasiteneier oder -larven. Die wenigen, aus den Zuchten erhaltenen Puppen waren ebenfalls nicht parasitiert, sondern entließen Falter. Ein Anstich der Raupen durch

I. nigritarius hatte also offenbar nicht stattgefunden. Eine Wiederholung der Versuche im Jahre 1938 wurde ebenfalls durch Auftreten von Krankheiten im Zuchtmaterial vereitelt.

2. Präimaginalentwicklung

Über die Präimaginalentwicklung von *I. nigritarius* bringt Eidmann (1927, S. 73—77) eine Reihe von Beobachtungen, die sich aber nur auf das letzte Larven- und das Puppenstadium beschränken. Die Angaben bedürfen wohl in manchen Punkten, vor allem in Hinblick auf die ersten Larvenstadien, der Ergänzung. Da ich jedoch mein Material ausschließlich zu Zuchtzwecken benötigte und daher von einem laufenden Herauspräparieren der Parasitenlarven Abstand nehmen mußte, habe ich keine einschlägigen Untersuchungen anstellen können.

Dagegen konnte die für die Präimaginalentwicklung erforderliche Zeit festgestellt werden. Sie betrug — von der Eiablage bis zum Schlüpfen der Imago gerechnet — bei Temperaturen von etwa 20—22 ° 22—29 Tage, im Mittel 26 Tage.

3. Generationenfolge

Bei einer derart kurzen Entwicklungszeit von nur knapp 4 Wochen ist es wohl als wahrscheinlich anzunehmen, daß *Ichneumon nigritarius* unter günstigen Bedingungen innerhalb eines Jahres mehrere Generationen durchlaufen kann. Im Laboratorium konnte noch während der gleichen Vegetationsperiode eine dritte Generation der Schlupfwespe gezogen werden. Die aus den oben (S. 194) erwähnten Versuchen erhaltenen Schlupfwespen bestachen im August wiederum gesunde Eulenpuppen, in denen bereits der Falter angelegt war. Nach etwa 31 Tagen (bei rund 18—20 °) erschienen aus diesen Puppen die Imagines der dritten Generation.

D. Generationszahl und Wirtswechsel

Wie vorstehend berichtet wurde, bestachen Weibchen von *Ichneumon nigritarius* Grav., die aus *Bupalus piniarius* L. geschlüpft waren, wahllos die ihnen vorgelegten Puppen der verschiedenen Schmetterlingsarten (s. S. 192). *Ichneumon nigritarius* ist demnach nicht an eine und dieselbe Wirtsart gebunden, zerfällt also nicht in biologische Rassen und ist mithin im strengsten Sinne polyphag. Diese Erfahrung führt zu dem Schlusse, daß im Freiland die Fortpflanzungsbiologie der Wespe mit dem von Fall zu Fall wechselnden Vorhandensein der ihr zusagenden Wirte verknüpft ist.

Es lag nicht im Rahmen der vorliegenden Arbeit, das Auftreten von *Ichneumon nigritarius* in den verschiedenen, im Gebiet der Letzlinger Spannerkalamität vorkommenden Biotopen zu erkunden. Dieser Frage ist von Engel und Subklew (noch unveröffentlicht, s. die Anmerkung auf S. 186 im Verlauf anderer Untersuchungen nachgegangen worden. Die mir von beiden Autoren zur Auswertung überlassenen

Beobachtungen sowie als Ergänzung dazu die von Wolff und Krauße (1925), Eidmann (1927) und Steiner (1931) mitgeteilten Angaben bieten die Möglichkeit, an Hand der vorstehend aufgeführten Versuchsergebnisse Einblick in die in erster Linie umstrittenen Generationsverhältnisse von *I. nigritarius* zu gewinnen.

Zur Diskussion stehen nach unserer bisherigen Kenntnis folgende drei Möglichkeiten:

1. Einfache Generation. *I. nigritarius* bringt jährlich nur eine Generation hervor. Die im Mai schlüpfenden Imagines sind infolge ihrer langen Lebensdauer in der Lage, den Kiefernspanner im Herbst zu parasitieren. Die zu dieser Zeit gezeugte Nachkommenschaft liefert wieder im Mai des folgenden Jahres Schlupfwespen (Steiner 1931, S. 610).

2. Mehrfache Generation. a) Die im Mai schlüpfenden Wespen gründen, wie es ähnlich Wolff und Krauße (1925, S. 23) anläßlich des Auftretens von *I. nigritarius* als Forleulenparasit beobachteten, eine zweite Generation, indem sie die überwinterten Spannerpuppen belegen. Die aus diesen Puppen hervorkommende zweite Wespengeneration belegt im Herbst den Spanner. Ihre Nachkommen überwintern.

b) *I. nigritarius* durchläuft eine zweite und vielleicht noch eine dritte Generation auf einem oder mehreren Nebenwirten. Als Wirte kommen Geometriden oder Noctuiden der Kiefernwaldbiocönose in Frage (Eidmann 1927, S. 78 ff.).

Nachfolgend werden die Argumente für bzw. gegen diese Theorien aufgeführt.

1. Einfache Generation

Die Auffassung Steiners (1931, S. 609), daß *Ichneumon nigritarius* die Eiraupen seiner Wirte angreift, konnte nicht bestätigt werden. Es erscheint nach dem bisher Geschilderten fraglich, ob diese Schlupfwespe überhaupt das Raupenstadium belegt. Eher dürfte der Anstich der im Boden liegenden Puppen (eventuell auch der Vorpuppen) die Regel sein (s. S. 205). Unter diesen Umständen müßten also die im Mai geschlüpften Wespen, um den Ende Oktober in den Boden abwandernden Spanner parasitieren zu können, ein Alter von 5 Monaten erreichen. Ein derartiges Lebensalter wird aber wohl höchstens in Ausnahmefällen erreicht werden können (s. S. 189). Es ist im übrigen nicht sehr einleuchtend, daß eine Schlupfwespenart, deren Eier bereits wenige Tage nach dem Schlüpfen legereif sind (Eidmann 1927, S. 68), in ihrem normalen Lebenslauf erst nach mehreren Monaten zur Fortpflanzung gelangen sollte. Obwohl zwar erstmalige Eiablage noch nach über zwei Monaten beobachtet wurde (S. 194), fand ich andererseits bei der Sektion älterer, nicht zur Fortpflanzung gelangter Weibchen die Vermutung Eidmanns (a. a. O.) sehr oft bestätigt, daß die nicht abgelegten Eier mit der Zeit degenerieren.

Die Annahme, daß *Ichneumon nigritarius* jährlich nur eine Generation durchläuft, halte ich demnach für unwahrscheinlich. Ein Eingehen auf die von Steiner (1931, S. 611/12) angeschlossenen Folgerungen erübrigt sich hiermit.

2. Mehrfache Generation

a) Mehrfache Generation ohne Wirtswechsel

Die endgültige Bestätigung der Beobachtung, daß *I. nigritarius* seine Eier in die Puppen des Wirts ablegt, läßt auch die bisher bestrittene Behauptung an Gewicht gewinnen, daß die Schlupfwespe noch im Verlauf der Puppenruhe ihres Wirts zur Gründung einer zweiten Generation schreitet (Wolff und Krauße 1925, S. 23). Dieser Auffassung ist vor allem Prell (1925, S. 385) entgegengetreten. Prell hält es „... für durchaus unwahrscheinlich, daß die Schlupfwespen sich in die Erde wühlen und dort Eulenpuppen suchen, statt daß sie an den Bäumen die Raupen des Kiefernspanners suchen, ...". Wiederholt und von verschiedenen Seiten angestellte Beobachtungen dürften diesen Einwand entkräften. Bereits Wolff und Krauße (a. a. O.) berichten in der umstrittenen Veröffentlichung: „Die Tiere flogen allem Anschein nach suchend dicht über der Moosstreu hin..." Eidmann (1927, S. 64) erwähnt, daß Exemplare von *I. nigritarius* sich in der Streudecke aufhielten. Auch in der Letzlinger Heide wurde 1937 *I. nigritarius* in dichten Schwärmen unmittelbar über dem Boden fliegend beobachtet. Die Tiere erhoben sich nur bis zu einer Höhe von 4 m, um (vielleicht zur Nahrungsaufnahme?) einzelne Eichen anzufliegen (Engel, mündliche Mitteilung). Die Weibchen der Schlupfwespe wurden bereits im Juni (und später noch bis zum November, s. S. 205) in der Bodenstreu gefunden (Subklew, mündliche Mitteilung).

Diese Angaben können durch meine im Laboratorium gewonnenen Beobachtungen ergänzt werden. Während die Männchen von *I. nigritarius* fluglustig sind und etwa bei gelegentlichem Entweichen aus den Zuchtgefäßen geradlinig auf das Fenster zu fliegen, laufen die Weibchen auf dem Tisch entlang, verstecken sich möglichst rasch unter beliebigen Gegenständen und erscheinen erst nach geraumer Zeit am Fenster. In den Zuchtgläsern beobachtete ich des öfteren, daß die Weibchen sich unter den die Nummer der Kultur tragenden Pappschildchen verbargen, zuweilen sich sogar ein Loch in die den Boden bedeckende Scheibe Filtrierpapier nagten und unter diese schlüpften. Ob diesem Verhalten der Tiere positive Thigmotaxis oder Photophobie zugrunde liegen, konnte auch in eigens zur Klärung dieser Frage unternommenen Versuchen nicht entschieden werden.

In einem weiteren, Ende Februar 1938 angesetzten Versuch wurde in einen größeren, mit mehreren begatteten Weibchen von *Ichneumon nigritarius* besetzten Flugkäfig (40 × 60 × 100 cm) eine Glasschale von 9 cm Durchmesser und 4 cm Höhe gestellt, in der sich eine Anzahl überwinterter, unparasitierter Spannerpuppen unter einer Schicht feuchten

Mooses befand. Die nach wenigen Tagen vorgenommene Kontrolle ergab, daß einige *nigritarius*-Weibchen in das Moos geschlüpft waren und die Puppen aufgesucht hatten. Die Puppen erwiesen sich später als parasitiert: rund 5 Wochen nach Ansetzen des Versuchs schlüpften aus ihnen Wespen.

Der Frage, durch welche Sinnesvorgänge die Schlupfwespe geleitet wird, um die unter dem Moos verborgenen Puppen zu finden, ist im einzelnen nicht näher nachgegangen worden. Auf jeden Fall scheint *Ichneumon nigritarius* entgegen der Auffassung Prells (1925, S. 385) an ein Aufsuchen der in der Bodenstreu liegenden Puppen seiner Wirte in jeder Weise angepaßt zu sein.

Vorausgesetzt, daß *I. nigritarius* bereits Ende Mai/Anfang Juni die überwinterten, nur zum Teil bereits den entwickelten Falter enthaltenden Puppen des Kiefernspanners wieder mit Eiern belegt, so wäre angesichts der verhältnismäßig kurzen Entwicklungsdauer des Parasiten (s. S. 195) das Schlüpfen der zweiten Wespengeneration im Juli, unter ungünstigen Witterungsverhältnissen vielleicht noch im August zu erwarten. In der Tat ist *I. nigritarius* zu dieser Zeit beobachtet worden. Eidmann (1927, S. 64) berichtet, daß die Schlupfwespe im August und im September, selbst noch im Oktober gefunden wurde. Da es kaum wahrscheinlich ist, daß es sich bei diesen Tieren um Nachzügler der überwinterten Wespen handelt, hält bereits Eidmann diese Tiere für Vertreter einer zweiten oder gar dritten Generation. Steiner (1931, S. 610/11) findet im Juli und später noch im August — also noch nach dem Spannerflug — parasitierte Puppen von *Bupalus piniarius* L., aus denen *Ichneumon nigritarius* erscheint. Steiner verzichtet jedoch im Gegensatz zu Eidmann auf die Annahme einer zweiten Generation und vermutet eine durch klimatische Ursachen bedingte Verzögerung des Schlüpfens. Friederichs (1936, S. 91) beobachtet *I. nigritarius* — der in diesem Falle als Schmarotzer der Forleule auftrat — am 19. August und 17. September. In der Letzlinger Heide konnten im Verlaufe des Sommers 1937 mehrere, allerdings nicht scharf voneinander getrennte Populationswellen von *I. nigritarius* beobachtet werden. Eine starke Populationswelle trat Ende Juli/Anfang August auf.

Ich erhielt am 12. Juli 1937 aus der Letzlinger Heide eine Sendung parasitierter Spannerpuppen. Aus ihnen waren während des Transports 24 Weibchen und ein Männchen von *I. nigritarius* geschlüpft. In den Tagen vom 12. Juli bis zum 22. Juli kamen noch weitere 7 Weibchen hervor, von diesem Tage ab nur noch Exemplare von *Anomalon biguttatum* Grav. [1]). Da im Freiland (Letzlingen) in dieser Zeit Männchen und Weibchen von *I. nigritarius* beobachtet wurden, ist das überwiegende Schlüpfen von Weibchen zweifellos darauf zurückzuführen, daß die mir übersandten Puppen erst nach dem Schlüpfen der zuerst erschienenen Männchen gesammelt wurden. Die Verteilung des

[1]) Die Bestimmung der Schlupfwespen verdanke ich Herrn Reg.-Rat Dr. H. Sachtleben, Berlin-Dahlem.

Schlüpfens auf nur wenige Tage läßt den Gedanken, daß es sich nur um Nachzügler der im Mai auftretenden Generation handeln könnte, abwegig erscheinen. Dagegen liegt die Schlußfolgerung auf der Hand, daß wir die Nachkommen der Maigeneration, die ihre Eier noch in die überwinterten Spannerpuppen abgelegt hat, mithin also die zweite Generation von *Ichneumon nigritarius*, vor uns haben.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Parasitierung des Kiefernspanners im Herbst durch die in der bisher beschriebenen Weise erzeugte zweite Generation von *I. nigritarius* erfolgen kann. Die im Juli/August geschlüpften Wespen finden ihren Wirt im Oktober als Vorpuppe bzw. Puppe vor. Zu dieser Zeit sind die Schlupfwespen im Durchschnitt zwei Monate alt, also nach den auf S. 194 dargestellten Ergebnissen noch fortpflanzungsfähig, zumal angesichts der niedriger werdenden Temperaturen die Lebensdauer der im Herbst auftretenden Wespen wahrscheinlich länger ist als die der Sommerpopulation. Demgegenüber besteht die Möglichkeit, daß *I. nigritarius* in der Zeit zwischen dem Schlüpfen der zweiten Wespengeneration (Juli/August) und der Parasitierung des Kiefernspanners (Oktober) noch eine dritte Generation durchläuft. Da gesunde Puppen von *Bupalus piniarius* zu dieser Zeit nicht mehr vorhanden sind, ist von vornherein anzunehmen, daß diese dritte Generation sich eines Zwischenwirts bedienen müßte. Diese Frage wird weiter unten (S. 200) erörtert werden.

Daß *Ichneumon nigritarius* durch Anstechen der überwinterten Spannerpuppen im Mai bzw. Juni eine zweite, im Juli bzw. August erscheinende Generation gründet, dürfte nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen nicht mehr zu bezweifeln sein.

b) Mehrfache Generation mit Wirtswechsel

Die Vermutung, daß *Ichneumon nigritarius* eine zweite Generation auf einem Zwischenwirt durchläuft, ist zuerst von Eidmann (1927, S. 80/81) ausgesprochen worden. Sie fußt darauf, daß 1. *Ichneumon nigritarius* polyphag ist und aus den Puppen verschiedener Spanner- und Eulenarten gezogen wurde, die zur Kiefernwaldbiocönose gehören, und daß 2. diese Lepidopterenarten ihre Entwicklung zu einer Zeit durchlaufen, die zwischen dem Erscheinen der Schlupfwespe im Frühjahr und dem mutmaßlichen Anstich des Kiefernspanners durch den Parasiten im Herbst liegt.

Zur Kiefernbiocönose gehören zunächst im engeren Sinne neben *Bupalus piniarius* L. die beiden ebenfalls an der Kiefer fressenden und häufiger vorkommenden Spannerarten *Ellopia prosapiaria* L. und *Semiothisa liturata* Cl. Auch sie werden, wie meine Versuche zeigten, von *I. nigritarius* parasitiert. Da beide Spannerarten nach Escherich (1931, S. 570 ff.) zwei Generationen jährlich durchlaufen, wäre die Möglichkeit gegeben, daß sie *I. nigritarius* als Zwischenwirte dienen, sofern sie gelegentlich in nennenswertem Maße auftreten (Escherich 1931, S. 574/575). Während der Spannerkalamität in der Letzlinger Heide im

Jahre 1937 ist dies nicht erfolgt (Subklew, mündliche Mitteilung). *E. prosapiaria* L. und *S. liturata* Cl. haben in diesem Falle als Wirte von *Ichneumon nigritarius* keine Bedeutung erlangt.

Eidmann (1927, S. 80/81) hält in erster Linie den zur Kiefernwaldbiocönose im weiteren Sinne gehörigen Heidekrautspanner *Hematurga atomaria* L. für einen Zwischenwirt von *I. nigritarius*. Dieser Spanner trat 1937 in einigen, mit Heidelbeere unterwachsenen Beständen der Letzlinger Heide gemeinsam mit den Spannerarten *Boarmia consortaria* F. und *B. crepuscularia* Schiff. sowie einigen anderen, nicht näher determinierten Geometriden auf.

Ich erhielt zu Zuchtzwecken aus der Letzlinger Heide am 20. Juni ziemlich weit herangewachsene Raupen dieser Spannerarten, die sich in den letzten Tagen des Monats verpuppten. Nach den u. a. bei Escherich (1931, S. 576 und 583) zu findenden Angaben über die Phänologie dieser Schmetterlinge erwartete ich im August das Schlüpfen der zweiten Faltergeneration. Dies trat in meinen Zuchten jedoch nicht ein: die Puppen überwinterten in einem kühlen Raum und entließen die Falter im Frühjahr.

Ichneumon nigritarius belegt, wie aus meinen Versuchen hervorgeht, die Puppen sowohl von *Hematurga* wie von *Boarmia*. Auch wenn diese Spanner in Norddeutschland nur in einer Generation auftreten, stehen den Schlupfwespen spätestens Anfang Juli bis in den Herbst hinein Puppen dieser Spanner zur Gründung einer zweiten bzw. dritten Generation (s. S. 199) zur Verfügung (s. Eidmann 1927, S. 81). Das Erscheinen der Imagines dieser Generationen wäre demnach jeweils im August oder September fällig. Natürlich besteht die Möglichkeit, daß Heidekraut- und Heidelbeerkrautspanner der zweiten oder dritten Generation von *I. nigritarius* als Wirt dienen, nur im geeigneten Biotop, d. h. also in Kiefernbeständen, die einen Unterwuchs von *Vaccinium, Calluna* u. a. tragen. Und auch in solchen Beständen können die fraglichen Spannerarten nur bei stärkerem Auftreten Bedeutung als Zwischenwirte der Schlupfwespen erlangen. Dieser Zustand lag 1937 in der Letzlinger Heide nicht vor. Bei Probesuchen im Juli wurden die Puppen der fraglichen Spannerarten nur vereinzelt gefunden, jedoch war ein Teil von ihnen durch *Ichneumon nigritarius* parasitiert (Subklew, mündliche Mitteilung). Im Winter 1937/38 wurden bei den regulären Puppensuchen in der Letzlinger Heide keine Puppen von *Hematurga* und *Boarmia* mehr gefunden. Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese Spanner noch im August und September einen gewissen Teil der zweiten oder dritten Generation von *I. nigritarius* beherbergt haben und dadurch weitgehend dezimiert worden sind.

Da auch die Forleule (*Panolis flammea* Schiff.) *I. nigritarius* unter der Zahl ihrer Parasiten aufweist, ist zu erwarten, daß dieser in solchen Gebieten, in denen Kiefernspanner und Forleule nebeneinander vorkommen, vom Spanner zur Eule und umgekehrt übergehen kann. Dolles (eingehend zitiert bei Sachtleben 1929, S. 113/14) hat

schon in den Jahren 1884—1896 in der Oberpfalz das Auftreten der Parasiten von *Panolis flammea* verfolgt und dabei festgestellt, daß *Ichneumon nigritarius* bei steigender Gesamtparasitierung den Hauptanteil der Schmarotzer stellte. Da in dem untersuchten Gebiet neben der Eule auch der Kiefernspanner auftrat (und möglicherweise auch die Vertreter der Gattungen *Boarmia* und *Hematurga,* folgert Sachtleben (a. a. O.) unter gleichzeitiger Bezugnahme auf Eidmann (1927, S. 78), „daß die eine Generation des Parasiten in *Panolis flammea* Schiff. und die andere in *Bupalus piniarius* L. lebt".

Auch eigene Beobachtungen über diese Frage liegen vor. Anfang September 1937 wurden mir aus Letzlingen Forleulenpuppen geschickt. Aus einem Teil der Puppen schlüpften vom 9. September bis zum 26. September einige Männchen und Weibchen von *I. nigritarius.* Die restlichen Puppen wurden im Laboratorium weitergehalten. In der nächsten Zeit erschienen keine Wespen mehr. Am 6. Oktober wurden einige Puppen geöffnet: sie enthielten erwachsene Parasitenlarven. Am 15. November wurden Vorpuppen und unverfärbte Puppen von *I. nigritarius* gefunden. Die ersten Schlupfwespen erschienen wieder am 19. November. Das Schlüpfen zog sich bis zum Januar des nächsten Jahres hin.

Es sind also eindeutig zwei Populationen zu unterscheiden: die eine, zahlenmäßig geringere, schlüpft noch Anfang September, die zweite, stärkere, erscheint erst im November. Da die Eulenpuppen von Ende September an im geheizten Laboratorium gehalten wurden, ist zu schließen, daß die zweite Population unter natürlichen Bedingungen erst im Frühjahr des nächsten Jahres zum Schlüpfen gekommen wäre.

Die im September geschlüpfte Population muß ungefähr einen Monat vor dem Erscheinen der Imagines, also wahrscheinlich Anfang August, als Ei abgelegt worden sein. Es ist dabei nicht zu entscheiden, ob diese Population die Nachkommenschaft von Tieren der ersten, Ende Mai fliegenden *nigritarius*-Generation ist, die erst spät zur Eiablage gelangt sind, oder ob sie die Nachkomenschaft von Wespen einer zweiten, im Juli aus den Spannerpuppen geschlüpften Generation darstellen, die dann sehr bald ihre Eier in die bereits vorhandenen Eulenpuppen abgelegt haben. Trifft die erste Möglichkeit zu, so hat *I. nigritarius* in diesen Exemplaren die zweite Generation in den Puppen der Forleule als Zwischenwirt durchlaufen. Andernfalls haben wir in diesen Tieren eine dritte Generation vor uns, deren Vorkommen auch im Freiland angesichts der verhältnismäßig kurzen Entwicklungsdauer des Parasiten bei genügend hohen Temperaturen nicht ausgeschlossen erscheint (s. auch S. 195).

Den aus *Panolis flammea* erhaltenen Wespen wurden im Oktober Eulen- und Spannerpuppen vorgelegt. Einige von ihnen schritten ohne weiteres zur Eiablage. In einem Falle wurde der Anstich einer Puppe frühmorgens bei einer Temperatur von + 7,5 ° beobachtet. Die Zuchtschale, in der die Wespe gehalten wurde, hatte in der vorhergehenden

Nacht, in der eine Minimaltemperatur von + 3,5 ° gemessen wurde, im Freien gestanden. Einige der Puppen, die von diesen Wespen angestochen waren, wurden im November seziert. Sie enthielten Schlupfwespenlarven. In den übrigen Puppen fand ich im März des folgenden Jahres die ausgebildeten Imagines, die allerdings aus unbekannten Ursachen in der Wirtspuppe eingegangen und vertrocknet waren.

Die aus den im September eingetragenen Eulenpuppen im November erschienenen Schlupfwespen dürften als Nachkommen einer gegen Ende des Monats August aufgetretenen Population, also vermutlich der zweiten Generation von *I. nigritarius*, anzusehen sein. Das würde bedeuten, daß ein Teil der Wespen dieser Generation, die normalerweise im Herbst den Kiefernspanner parasitiert, bereits vor dem Heranwachsen und Abwandern des Spanners dem Fortpflanzungsgeschäft nachgegangen war und ihre Nachkommenschaft somit nicht im Spanner, sondern in der Forleule überwintern ließ.

In Gebieten starken Spanner- und schwächeren Eulenauftretens, in denen *I. nigritarius* wenigstens zum Teil die Eule als Zwischenwirt während einer Generation benutzt, ist zu erwarten, daß der Befall der Eulenpuppen durch die Schlupfwespe besonders hoch ist. In der Tat betrug die Gesamtparasitierung der Eule in der Letzlinger Heide 1937 im Juli etwa 30—40 %, stieg im August und September an gewissen Stellen bis auf über 60 % und fiel im Oktober/November wieder bis auf rund 30 % ab (Müller-Kögler, mündliche Mitteilung). Das bedeutet, daß bis zum September eine steigende Zahl von Eulenpuppen durch Schlupfwespen heimgesucht wurde. Der Abfall nach diesem Zeitpunkt ist möglicherweise dadurch zu erklären, daß ein gewisser Prozentsatz der Parasiten noch im September/Oktober schlüpfte (vgl. S. 200), wobei die von ihnen verlassenen Puppenhülsen bei den weiteren Zählungen nicht mehr erfaßt wurden. Es ist bemerkenswert, daß die hohe Parasitierung der Eule in besonderem Maße *I. nigritarius* zuzuschreiben war, der gewöhnlich zwar häufig als Schmarotzer von *Panolis flammea* Schiff. anzutreffen ist, jedoch keineswegs ihr Hauptparasit zu sein pflegt (Baer 1925, S. 26). Aus 94 parasitierten Eulenpuppen schlüpfte *I. nigritarius* in 36 Fällen. Die Hauptparasiten der Kiefernеule, *I. bilunulatus* Grav. und *I. pachymerus* Htg. fanden sich nur vereinzelt an. Eine beträchtliche Anzahl von Puppen entließ den nach Sachtleben (1929, S. 66) als primären Parasiten wie als Hyperparasiten vorkommenden *Plectocryptus arrogans* Grav. Ich zweifle nicht daran, daß das in der Letzlinger Heide beobachtete überwiegende Auftreten von *Ichneumon nigritarius* unter den Schmarotzern von *Panolis flammea* durch den allerdings fakultativen Wirtswechsel des Parasiten zwischen Spanner und Eule zu erklären ist (vgl. Sachtleben 1929, S. 114).

Ein Gegenstück zu dem vorstehend erwähnten Beispiel über den wechselseitigen Übergang der Schlupfwespe von einem Wirt zum anderen liegt in einigen statistischen Beobachtungen aus dem Winter

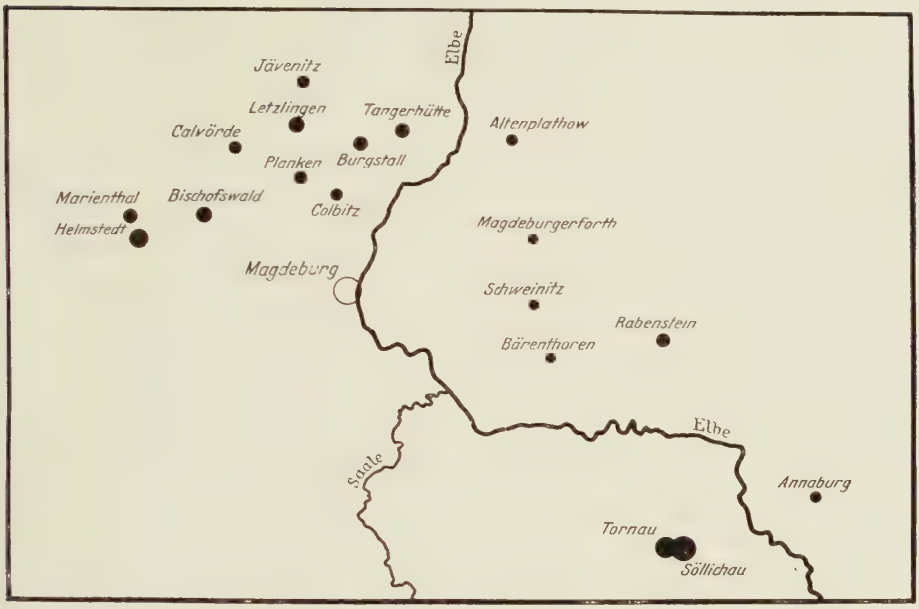


Abb. 5. Durchschnittliche Parasitierung der Kiefernspannerpuppen im Winter 1936/37 in verschiedenen Forstämtern der Regierungsbezirke Magdeburg und Merseburg (s. Text). Das Verhältnis der Parasitierungsziffern ist durch das Verhältnis der Inhalte der Kreise ausgedrückt

Abb. 6. Populationsdichte des Kiefernspanners (Zahl der im Winter 1936/37 gefundenen Puppen pro qm) in den gleichen Forstämtern wie in Abb. 5. Das Verhältnis der Puppenzahlen ist durch das Verhältnis der Inhalte der Kreise ausgedrückt

1936/37 für einen Teil des Schadgebiets der Forleule im Regierungsbezirk Merseburg vor. Hier trat neben der zu einer Massenvermehrung auflaufenden Forleule in geringerem Maße der Kiefernspanner auf. Einblick in die Höhe der Parasitierung des Kiefernspanners sowie in die zahlenmäßige Verteilung der im Winter gefundenen Spannerpuppen geben Abb. 5 und 6. Es ist darauf zu erkennen, daß die Parasitierung des Spanners — für die in erster Linie wiederum *Ichneumon nigritarius* verantwortlich zu machen ist — in den Forstämtern Tornau und Söllichau höher ist als in den angrenzenden Gebieten, in denen die Eule schwächer auftrat. Gleichzeitig ist die Puppenzahl des Spanners in den genannten Forstämtern wesentlich geringer als in den übrigen Bezirken. Ob beide Erscheinungen ursächlich miteinander verknüpft sind, steht dahin. Auf jeden Fall erscheint die Vermutung naheliegend, daß die hohe Parasitierung des Kiefernspanners darauf zurückzuführen ist, daß sein Hauptschmarotzer *I. nigritarius* sich anläßlich der Eulenkalamität stark vermehren konnte. Auf diese Weise stand im Herbst einer großen Anzahl von Schlupfwespen eine verhältnismäßig geringe Spannerpopulation gegenüber, die somit in wesentlich höherem Maße parasitiert werden konnte als in den außerhalb des Eulenschadbereichs liegenden Gebieten. Die Vermutung, daß *I. nigritarius* hier infolge des gleichzeitigen Vorkommens von Spanner und Eule besonders günstige Vermehrungsbedingungen findet, wird durch die Beobachtung gestützt, daß im Winter 1937/38 von 80 parasitierten Eulenpuppen aus dem Forstamt Söllichau 42, also mehr als die Hälfte, durch diese Schlupfwespe befallen waren.

E. Die Parasitierung des Kiefernspanners im Herbst

Eidmann (1927, S. 69 und 77) vertritt die Ansicht, daß *Ichneumon nigritarius* im Herbst die Raupen des Kiefernspanners besticht. Nach seiner Meinung wird die Parasitenlarve „auf bereits vorgerücktem Stadium in die Puppe mit übernommen". Beobachtungen, die diese Auffassung belegen könnten, werden nicht mitgeteilt. Zweifellos findet eine derartige Entwicklung, wie sie Eidmann (a. a. O.) beschreibt, bei gewissen Schlupfwespen — z. B. *Anomalon biguttatum* Grav. (s. Escherich 1931, S. 524/25) u. a. — statt. Die Larven dieser Parasiten sind bei der Verpuppung des Wirts jedoch noch nicht sehr weit herangewachsen — nach Escherich (a. a. O.) im zweiten Stadium —, da die Wirtsraupen andernfalls fraglos schon zu sehr geschädigt sein müßten, als daß sie sich in eine normal große Puppe verwandeln könnten.

Im Gegensatz zu *Anomalon biguttatum* und anderen Schlupfwespen hat sich *Ichneumon nigritarius* nach meinen Versuchen als ausgesprochener Puppenparasit gezeigt. Allerdings stellten Engel und Subklew (mündliche Mitteilung) fest, daß unter fast 800 kurz vor der Verpuppung isolierten Altraupen des Spanners drei schon vor dem Abwandern von *I. nigritarius* belegt sein mußten. Die Beobachtung

darf aber wohl im Hinblick auf das Zahlenverhältnis als Ausnahme gewertet werden, obwohl der Anstich verschiedener Entwicklungsstadien durch eine Schlupfwespe nicht gerade ungewöhnlich ist (Stellwaag 1921, S. 26). Demgegenüber ist eher anzunehmen, daß auch die im Boden liegenden Vorpuppen des Spanners von der Wespe angegriffen werden. Eine Beobachtung ist mir nicht geglückt. Da *I. nigritarius* jedoch vor frisch gehäuteten und noch weichen Puppen keineswegs Halt macht (s. S. 193), dürfte er die an seinen Tastsinn ähnliche Ansprüche stellenden Vorpuppen ebensowenig verschmähen.

Phänologisch betrachtet bietet die Annahme, daß *I. nigritarius* im Herbst den Kiefernspanner als Vorpuppe oder Puppe belegt, keinerlei Schwierigkeiten. *Bupalus piniarius* begann 1937 im letzten Drittel des Oktober abzuwandern, und bereits am 26. Oktober wurden stellenweise 58 Spannerpuppen auf 2 qm gefunden. Spätestens Anfang November ist also eine große Anzahl von Vorpuppen und auch Puppen im Boden vorhanden (Engel und Subklew, mündliche Mitteilung).

Ichneumon nigritarius ist im Oktober und sogar noch bis zum 20. November (Subklew, mündliche Mitteilung) in der Bodenstreu gefunden worden. Wie bereits erörtert, handelt es sich dabei um Vertreter einer zweiten oder dritten Generation der Schlupfwespe. Die verhältnismäßig geringe Empfindlichkeit gegenüber geringen Temperaturen (s. S. 190 und S. 202) dürfte den Parasiten befähigen, auch in dieser Jahreszeit nach seinem Fortpflanzungsgeschäft nachzugehen.

F. Schlußbetrachtungen

Als wichtigster Befund ging aus den vorstehend mitgeteilten Untersuchungen hervor, daß *Ichneumon nigritarius* Grav. jährlich zwischen dem ersten Auftreten im Mai und dem Zeitpunkt, in dem er im Herbst den Kiefernspanner parasitiert, eine oder gar zwei Zwischengenerationen durchläuft, deren Larvenstadien entweder in der Spannerpuppe selbst oder in geeigneten Zwischenwirten aufwachsen können.

Auf jeden Fall ist die Anwesenheit von Zwischenwirten für die Vermehrung von *I. nigritarius* von nicht geringer Bedeutung. Damit rückt das bereits von Eidmann (1927, S. 78 ff.) näher beleuchtete Problem in den Vordergrund, daß ein ausreichender Bestand an Zwischenwirten „ein Parasitenreservoir darstellt, das unter Umständen bei der Vorbeugung und auch bei der biologischen Bekämpfung einer Spannerkalamität vorzügliche Dienste leisten kann“ (Eidmann 1927, S. 80). Diese Behauptung ist von Eidmann zunächst nur auf den Heidekrautspanner *Hematurga atomaria* L. bezogen worden. Ihre Gültigkeit dürfte nach den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit wesentlich erweitert werden können. Da im übrigen eine größere Reihe von Parasiten (einschließlich der Tachinen) unserer Forstschädlinge polyphag ist, dürfte auch für sie das Vorhandensein von Zwischenwirten von Bedeutung sein (Escherich 1925, S. 61, und Eidmann 1927, S. 85 ff.).

In diesem Zusammenhang darf wohl darauf hingewiesen werden, daß die über die Biologie von *Ichneumon nigritarius* Grav. gewonnenen Erkenntnisse sicherlich gewisse Rückschlüsse auf die zum größten Teil bislang noch ungeklärte Lebensweise anderer Schmarotzer zulassen. Vor allem dürfte dies für die verwandten Eulenparasiten *I. bilunulatus* Grav. und *I. pachymerus* Htg. gelten. So nimmt bereits Sachtleben (1929, S. 79/80 und S. 82) an, daß diese Schlupfwespen jährlich zwei Generationen verbringen und vielleicht den Kiefernspanner als Zwischenwirt benutzen. Kuntze (1934, S. 433) bringt einige Daten über die Phänologie von *I. bilunulatus* und *I. pachymerus*, die den Vergleich zwischen ihnen und *I. nigritarius* herausfordern. Wie Kuntze (a. a. O.) berichtet, waren die erstgenannten Parasiten im August 1933 sowohl als Junglarven wie auch — in geringerer Zahl — als Puppen in der Forleule zu finden. Bereits Ende August schlüpften die Imagines, also zu derselben Zeit, in der auch Friederichs (1936, S. 91) Exemplare von *I. pachymerus* als Vollkerfe beobachtete. Der Gedanke an eine zweite Generation drängt sich hierbei auf. Es wäre weiterhin nicht verwunderlich, wenn auch *I. bilunulatus* und *I. pachymerus* in gleicher Weise wie *I. nigritarius* ihre Wirte im Puppenstadium parasitieren würden. Es ließe sich dann vermuten, daß die im August geschlüpften Wespen wiederum die im Boden liegenden Puppen der Forleule zur Eiablage aufsuchen. Ein Verfolgen dieser Fragen muß weiteren Arbeiten vorbehalten bleiben.

Zum Abschluß verdient die Tatsache Beachtung, daß die zahlenmäßige Verteilung der einzelnen Schlupfwespenarten innerhalb der Parasitenreihe eines Schädlings regionalen und jährlichen Verschiebungen unterworfen ist (s. auch Sachtleben 1929, S. 74). Ein Beispiel wurde bereits auf S. 204 angeführt: es stellte sich heraus, daß die Forleule in den Forstämtern Tornau und Söllichau in erster Linie von *Ichneumon nigritarius*, daneben aber auch von *I. bilunulatus* und *I. pachymerus* heimgesucht wurde, in der Letzlinger Heide aber fast ausschließlich von *I. nigritarius* und *Plectocryptus arrogans* parasitiert war. Des weiteren konnte festgestellt werden, daß Kiefernspannerpuppen, die mir im Winter 1937/38 aus Thüringen zugeschickt wurden, fast zu gleichen Teilen *I. nigritarius* und *Anomalon biguttatum* entließen, während aus den Spannerpuppen aus der Letzlinger Heide *A. biguttatum* neben den vorherrschenden Arten *I. nigritarius* und *Pl. arrogans* nur vereinzelt schlüpfte. Weitere Beispiele über die Änderung des Parasitenbestandes des Kiefernspanners in verschiedenen Jahren und verschiedenen Gegenden sind bei Steiner (1931, S. 605 und 607) zu finden.

Daß das Vorhandensein mehrerer Wirte nebeneinander in gewissem Maße für derartige Verschiebungen des Parasitenbestandes verantwortlich sein kann, ist schon erörtert worden. Wie Eidmann (1927, S. 83 ff.) bereits andeutet, unterliegt es wohl keinem Zweifel, daß in diesem Sinne auch noch andere, nach ihrer Artenzahl und -zugehörig-

keit noch nicht bekannte Vertreter der Kiefernwaldbiocönose eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen (s. auch S. 205). Eine endgültige Klärung dieser Fragen dürfte jedoch erst nach eingehender biocönologischer Beobachtung während und außerhalb von Kalamitäten möglich sein. Mehrjähriges Sammeln von statistischem Material über das wechselnde Vorkommen der Parasiten und ihrer Wirte in verschiedenen Regionen und mannigfaltigen Biotopen ist dazu erste Voraussetzung.

G. Zusammenfassung

1. *Ichneumon nigritarius* Grav. kann eine Lebensdauer von rund 2 (♂) bzw. 3 (♀) Monaten erreichen.

2. Die Temperaturgrenzen der Imago liegen bei 0 ° (Eintritt der Kältestarre) und bei (♂) + 42 ° bzw. (♀) + 50 ° (Eintritt der Wärmestarre).

3. *Ichneumon nigritarius* ist im strengsten Sinne polyphag, d. h. nicht in wirtsgebundene biologische Rassen aufgespalten.

4. Die Schlupfwespe belegt ihre Wirte im Puppenstadium. Anstich von Raupen wurde nicht beobachtet.

5. Die Präimaginalentwicklung dauert bei + 20 ° etwa 4 Wochen.

6. *Ichneumon nigritarius* durchläuft im Freiland mehrere Generationen, die in Abhängigkeit von dem jeweiligen Vorhandensein der Wirtsarten in den Puppen des Kiefernspanners, anderer Geometriden oder der Forleule verbracht werden können.

7. Die in den Puppen von *Bupalus piniarius* überwinternde Generation wird im Oktober/November gegründet.

8. Zusammensetzung und Höhe des Parasitenbestandes der Forstschädlinge werden durch das Vorkommen von Nebenwirten beeinflußt. Die Zusammenhänge bedürfen im einzelnen der Klärung.

H. Schrifttum

Baer, W., Die Parasiten der Kieferneule. Ztschr. f. ang. Ent. 11, 23—34, 1925.

Bischoff, H., Biologie der Hymenopteren. 598 S. Berlin 1927.

Czerwiński, E., i. Kuntze, R., Przyczynek do metodyki badania zakażenia pasorzytami u Poprocha cetyniaka (*Bupalus piniarius* L.). „Sylwan", Organ Polsk. Tow. Leśn. 48, 1—12, 1930.

Dalla Torre, C. G. v. ,Catalogus Hymenopterorum, III. Leipzig 1901/02.

Eidmann, H., Der Kiefernspanner in Bayern im Jahre 1925 mit besonderer Berücksichtigung des Parasitenproblems. Ztschr. f. ang. Ent. 12, 51—90, 1927.

Escherich, K., Eine Reise ins norddeutsche Eulengebiet. Forstentomologische Betrachtungen. Forstw. Centralbl. 47, 1—20, 53—76, 1925.

— — Die Forstinsekten Mitteleuropas. Band III. 825 S. Berlin 1931.

Friederichs, K., Zur Phänologie einiger Parasiten der Forleule (*Panolis flammea*). Entom. Ztschr. 50, 89—91, 1936.

Kuntze, R., Über die Verpuppungsweise einiger Parasiten der Kieferneule (*Panolis flammea* Schiff.). Ztschr. f. ang. Ent. 20, 425—434, 1934.

(Plotnikow, W., Zur Biologie von *Bupalus piniarius* L. und einiger seiner Parasiten. Revue Russe d'Entomologie 14, 1—21, 1914. Russisch.) Referat in Rev. of Appl. Entom., Ser. A., 3, 49, 1915.

Prell, H., Kritische Bemerkungen zu Wolff und Kraußes Buch über die Krankheiten der Forleule. Forstw. Centralbl. 47, 377—391. 1925.

Sachtleben, H., Die Forleule (*Panolis flammea* Schiff.). Monographien zum Pflanzenschutz 3. 160 S. Berlin 1929.

Sedlaczek, W., Über das Auftreten der Forleule (*Panolis griseovariegata*) in Nordböhmen im Jahre 1913. Verh. d. k. k. zool.-bot. Ges. in Wien 91—101. 1915.

Sitowski, L., Z biologji poprocha cetyniaka (*Bupalus piniarius* L.) w puszczy Sandomierskiej. Prace Nauk. Uniw. Poznańsk., Sekcja Roln. Leśn. 2, 1—30, 1922.

— — Strzygonia choinówka (*Panolis flammea* Schiff.) i jej pasorzyty na ziemiach polskich. Roczn. Nauk Roln. 10, 1—9, 1923.

Smits van Burgst, C. A. L., Hyperparasitisme bij primaire Parasieten van de gestreepte Dennenrups (*Panolis griseovariegata* Goeze). Superparasitisme. Tijdschr. Plantenziekt. 27, 45—49, 1921.

Steiner, P., Zur Kenntnis der Parasiten des Kiefernspanners. Ztschr. f. ang. Ent. 17, 601—630, 1931.

Stellwaag, F., Die Schmarotzerwespen (Schlupfwespen) als Parasiten. Monogr. z. ang. Ent. (Beih. z. Ztschr. f. ang. Ent.) 6, 1—100, 1921.

Wolff, M., und Krauße, A., Die Krankheiten der Forleule und ihre prognostische Bedeutung für die Praxis. Breslau 1925.

Zwölfer, W., Zur Unterscheidung von Spannerpuppen aus der Kiefernwaldbiocönose nebst Bemerkungen über eine Massenvermehrung des Beerkrautspanners, *Boarmia crepuscularia* Schiff. Forstw. Centralbl. 54, 537—547, 1932.

(Aus der Zoologischen Abteilung der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau, Neustadt a. d. Weinstraße)

Ceutorrhynchus suturalis Fabr., ein wenig bekannter Zwiebelschädling

Von

O. Jancke und **G. Nietzke**

(Mit 7 Abbildungen)

1. Einleitung

Der Zwiebelanbau in der Pfalz, der besonders ausgedehnt im Bezirk Landau, in geringerem Umfang aber auch in den Bezirken Germersheim, Ludwigshafen und Frankenthal betrieben wird, wurde in den letzten Jahren in außerordentlichem Maße durch die Zwiebelminierfliege *(Dizygomyza cepae)* geschädigt. Da über die Lebensweise und Bekämpfung dieses Schädlings nur dürftige Angaben vorliegen, sind Untersuchungen darüber bei uns in Angriff genommen worden. Gelegentlich dieser Untersuchungen fiel uns ein kleiner Rüsselkäfer auf, den Herr Reg.-Rat Sachtleben als *Ceutorrhynchus suturalis* Fabr. bestimmte. Aufmerksam wurden wir auf die Tätigkeit dieses Käfers zunächst durch große weißgelbe Eier, die sich in zahlreichen Zwiebelschlotten fanden und die von den Zwiebelanbauern für die Eier der Zwiebelminierfliege gehalten wurden. Weiter stießen wir auf Fraßspuren, die in charakteristischer Weise von denen der Zwiebelminierfliege abweichen, und bei fortschreitender Vegetation auf seine Larven, die im Innern der Schlotte frei leben.

Über den Käfer ist bisher so wenig bekannt, daß wir einige Beobachtungen über seine Lebensweise und kurze Angaben zum Bau des Käfers und seiner Entwicklungsstände hier folgen lassen.

2. Vorkommen

Nach Reitter ist der Käfer bei uns überall nachgewiesen, kommt aber verhältnismäßig selten vor. Nach den Angaben des gleichen Autors fand man den Rüßler in Blüten von *Allium,* während er nach Kalwer an *Linaria vulgaris* und mehrfach an Zwiebeln festgestellt wurde. Letzterer gibt als Verbreitungsgebiete Mitteleuropa und das

Mittelmeergebiet an. Die einzige Notiz über ein Schadauftreten verdanken wir Chorbadzhiev, der den Käfer in Bulgarien an Zwiebelschlotten antraf. In Deutschland ist er nach mündlicher Mitteilung von Langenbuch auch im Zwiebelanbaugebiet bei Kalbe a. d. Saale nicht eben selten.

3. Das Schadbild

Bei der Besprechung des Schadbildes müssen wir zwischen dem Fraß der Käfer und seiner Larven unterscheiden. Die Fraßstellen des Käfers erinnern etwa an die Flecken, die an der Zwiebelschlotte durch die Art der Nahrungsaufnahme der Zwiebelminierfliegen entstehen. Die Weibchen dieser Fliegen bedürfen zur Eireifung der Zufuhr von Nährstoffen, die sie nach unseren Beobachtungen dem Gewebesaft der Schlotten entnehmen. Um diesen zu erhalten, stechen sie mit ihrem Legebohrer die Schlotten an, schieben ihn flach unter die Oberhaut und bewegen ihn von der Einstichstelle aus fächerförmig hin und her, so daß die Epidermis kreisförmig abgehoben wird. Der Zellsaft des verletzten Gewebes füllt die entstandene Höhlung und tritt aus der Einstichstelle aus, wo er von der Fliege aufgesogen wird. Nach dem Absaugen des Saftes füllt sich die Höhlung mit Luft, so daß ein heller Fleck entsteht. Diese Flecken liegen reihenartig in der Regel an den Schlottenspitzen untereinander und sind die am schnellsten erkennbaren Anzeichen für den Zwiebelminierfliegenbefall. Von diesen Flecken weichen die Spuren der Nahrungsaufnahme des Zwiebelrüßlers wie folgt ab. Zwar entsteht auch hier ein hellerer Längsstreifen, doch liegen die Einbohröffnungen viel näher beisammen wie die Einstichstelle der Fliege und werden nicht durch intaktes Gewebe unterbrochen. Man erhält so das Bild einer Naht. Die helle Färbung beruht hier auf dem Abnagen des gesamten Gewebes unterhalb der Einbohrstellen. Solche Fraßnähte des Käfers pflegen nach einiger Zeit vollständig zu verwachsen. Die entstandene Narbe gibt dann zu Krümmungen der Schlotte an der betreffenden Stelle Anlaß. Ein weiterer Schaden ist mit dem Käferfraß jedoch nicht verbunden.

Anders verhält es sich mit dem Fraß der Larven. Diese sitzt frei an den inneren Wandungen der Schlotte (Abb. 1) und frißt hier das Gewebe bis auf die stehenbleibende Außenhaut ab. Es entstehen dadurch ziemlich scharf begrenzte Fenster, denen von außen gesehen leicht eingesunkene, unregelmäßig länglich geformte, helle Flecken entsprechen (Abb. 2). Äußerlich ähnelt dieses Schadbild dem Bild der Minen, wie sie Hering mit zum mindesten nur teilweiser Berechtigung als Minen von *Dizygomyza cepae* abbildet. Ähnliche gelbe Flecken werden auch von verschiedenen Rostpilzen verursacht. In diesem Fällen handelt es sich um beiderseits der Schlottenwandungen eingesunkene mehr oder weniger trockene Stellen ohne scharfe Begrenzung. Weitgehend überein stimmt der Fraßschaden der Rüßlerlarven jedoch mit den durch die Raupen der Lauchmotten (*Acrolepia assec-*

tella) hervorgerufenen Schäden. Diese fressen ebenfalls von innen Fenster in die Schlottenwände.

Abb. 1. Larve an der inneren Schlottenwand Vergr. 3,5mal. (Phot. Nietzke)

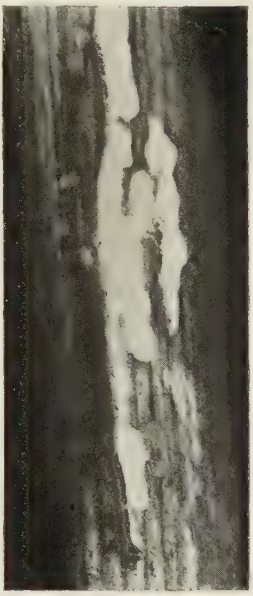


Abb. 2. Fensterfraß der Larven (Phot. Nietzke)

Der geschilderte Fraß der Rüßlerlarven kann bei jungen Zwiebeln zu beachtlichen Schäden führen. Ältere Zwiebelbestände überstehen einen geringen Befall ohne besondere Folgen, während starker Befall auch hier zum Ausfall von Schlotten führen kann.

4. Das Ei

Die Eier haben die bei Rüsselkäfern übliche breitovale Form und elfenbeinweiße Farbe. Sie sind 0,3—0,4 mm breit und 0,6—0,7 mm lang. Das Weibchen bohrt mit dem Rüssel ein Loch in die Schlottenwand und schiebt mit der Legeröhre ein Ei in die Schlotte, wo es an der Wand festklebt. Zwei Eier werden selten an der gleichen Stelle abgelegt. Die Eiablagelöcher vernarben bald und sind später nicht mehr festzustellen. Etwas über 75 % der Eier werden im oberen Viertel der Schlotte, etwas weniger als 25 % in der mittleren Hälfte und nur verschwindend wenig in der Gegend des Schlottenhalses abgelegt.

5. Die Larven

Die fußlosen gelblichen, bis gelblichgrünen Larven werden etwa 0,7 cm lang, bis sie verpuppungsreif sind. Wir stellten durch Kopfkapselmessungen an unserem Material drei Stadien fest. Die Kopfkapsel des ersten Stadiums maß 0,25—0,3 mm in der Länge und 0,3 bis

0,35 mm in der Breite, die des zweiten Stadiums war 0,36—0,45 mm lang und 0,44—0,47 mm breit, während die entsprechenden Maße beim letzten Stadium 0,53—0,68 und 0,56—0,6 mm betrugen. Die Larven haben gelbbraune Kopfkapseln und eine im ganzen bei allen Stadien übereinstimmende Körperbeborstung, welche aus der Abb. 3 hervorgeht. Die Beborstung der Kopfkapseln, die bei den einzelnen Stadien wechselt, ist aus der Abb. 4 zu entnehmen. Einige Zuchtversuche im Laboratorium bei Zimmertemperatur ergaben bisher, daß unter den genannten Bedingungen etwa 8 Tage von der Ablage des Eies bis zur ersten Häutung vergehen, eine zweite Woche bis zur nächsten Häutung nötig ist und nach etwa 3 Wochen von der Eiablage gerechnet die Larven verpuppungsreif sind.

Abb. 3.
Larve im letzten Stadium

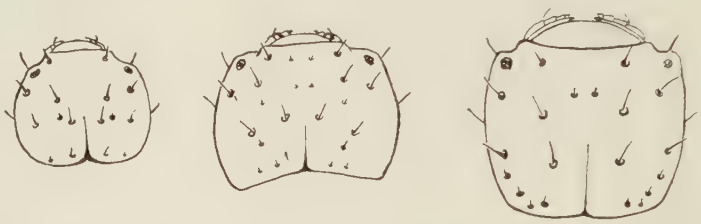


Abb. 4.
Kopfkapseln der drei Entwicklungsstadien der Larve (schematisiert)

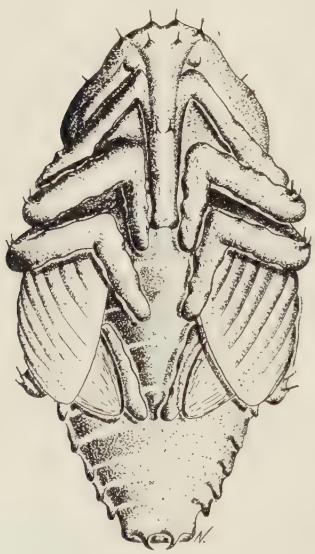


Abb. 5. Puppe

6. Die Puppe

Die reife Larve verläßt die Zwiebelschlotte, gelangt auf den Boden und bohrt sich sofort in die Erde ein. Hier verpuppt sie sich in einer kleinen, sorgfältig geglätteten rundlich-ovalen Höhle (Abb. 5), deren Wandungen wohl mit einem Sekret bestrichen werden, das sie festigt. Die Puppenhöhlungen lassen sich aus dem Boden nämlich als feste Erdklümpchen heraussieben und zerbrechen nicht leicht. Man findet sie in Tiefen von 1,5 bis zu 4,5 cm. Bei Zimmertemperatur dauert die gesamte Puppenruhe einen Monat. Larven, die sich am 30. Juni in die Erde bohrten, ergaben am 30. Juli

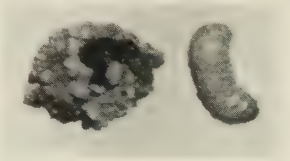


Abb. 6. Puppenhöhle mit verpuppungsbereiter Larve. Vergr. 2,5mal. (Phot. Nietzke)

die fertigen Käfer. Zur Beobachtung der Verpuppung benutzten wir die bei Pflaumenbohrerversuchen schon früher von Jancke beschriebenen Verpuppungsrahmen. Die Puppe ist elfenbeinweiß und, wie die Abb. 6 zeigt, auf dem Kopf, dem Rüssel und an den ovalen Tibienenden mit wenigen dornartigen Borsten besetzt. Ähnliche Borsten finden sich dorsal auf dem Halsschild. Der Kremaster besteht aus zwei gegeneinander gekrümmten Dornen.

7. Der Käfer

Der Käfer (Abb. 7) ist etwa 2,5—3 mm lang. Er trägt seinen Namen von der weißen Längsbinde, die sich vom Halsschild aus über die Mitte der Flügeldecken hinzieht und aus ziemlich großen Schuppen besteht. Das Halsschild ist grob skulpturiert und kopfwärts im oberen Drittel leicht eingeschnürt. Reitter rechnet den Käfer zur Untergattung *Oprohinus* und beschreibt ihn wie folgt: „Schwarz, Fühler und Beine rotbraun, unten weißbeschuppt, oben dunkelbraun behaart, Halsschild längs der Mitte und der 1. Zwischenraum der Streifen auf den Flügeldecken dicht weißbeschuppt. 2,5—3,2 mm. Bei uns überall nachgewiesen, aber selten. In den Blüten von allium."

Abb. 7. *Ceutorrhynchus suturalis* Fabr.

Der Käfer läuft auf den Schlotten sehr behend umher, um sich bei nahender Gefahr sofort fallen zu lassen und in Tanatose zu verfallen. Auf den Boden gefallene Käfer kann man ihrer Schutzfärbung wegen kaum wiederfinden.

Feststellungen über die Vermehrungsfähigkeit des Käfers, über seinen Massenwechsel, über das Aufsuchen und Verlassen der Winterquartiere konnten noch nicht gemacht werden. Dagegen ergab sich aus zu anderen Zwecken regelmäßig durchgeführten Käscherfängen in Zwiebelfeldern bisher, daß der Käfer zu Anfang Mai bereits vereinzelt die Zwiebelschläge aufsucht. Gegen Mitte dieses Monats trifft man ihn ziemlich zahlreich an. Gegen Ende Mai bis Mitte Juni nimmt seine Zahl dauernd ab. Vom 15. Juni ab verschwand er aus den Käscherfängen, um erst vom 5. Juli ab wieder vereinzelt in Erscheinung zu treten. Am 9. August, bei Beendigung der Fänge, fand sich der Käfer noch in einem Stück im Fangmaterial vor. Vermutlich haben wir es schon bei den Julikäfern mit den Jungkäfern dieses Jahres zu tun, die vor der Überwinterung noch eine Zeitlang an den Schlotten dem Fraß nachgehen. Ob es noch zur Ausbildung einer 2. Generation kommt, war nicht festzustellen, erscheint aber zweifelhaft.

8. Zusammenfassung

1. Der Zwiebelrüßler *Ceutorrhynchus (Oprohinus) suturalis* Fabr. wurde bisher von Chorbadzhiev in Bulgarien und von Langenbuch bei Kalbe a. d. Saale als Schädling an Zwiebeln beobachtet. In den pfälzischen Zwiebelanbaugebieten ist er überall vertreten.
2. Die Altkäfer halten sich von Anfang Mai bis Mitte Juni an den Standpflanzen auf. Die Jungkäfer erscheinen in den ersten Julitagen.
3. Die Eier werden an die Innenwand der Schlotten abgelegt.
4. Die Larven fressen längliche, unregelmäßig geformte Fenster in die Schlottenwände und verpuppen sich in der Erde. Die Puppenruhe dauert im Labor rund einen Monat.
5. Der verursachte Schaden kann je nach Alter des Zwiebelbestandes und Größe des Befalls beträchtlichen Umfang annehmen.
6. Die einzelnen Entwicklungsstände des Käfers werden beschrieben.

Schrifttum

1. Chorbadzhiev, P., Bemerkungen über einige schädliche Insekten auf den Kulturpflanzen in Bulgarien während der Jahre 1928—1929. Mitt. Bulg. ent. Ges. 5, 63 bis 106. 1930.
2. Hering, M., Zweiflügler oder *Diptera*. 1. *Agromyzidae*. Tierwelt Deutschlands. Teil 6. 1937.
3. Jancke, O., Der Pflaumenbohrer *Eurolvulus (Rhynchites) cupreus* L. Zeitschr. f. angew. Entom. 21, 24—64. 1934.
4. Reitter, E., Fauna germanica. Die Käfer des Deutschen Reiches. Bd. 5. 1916.
5. Schaufuß, K., Kalwers Käferbuch. 6. Aufl. 1916.

Untersuchungen über die Wanderungen des Maikäfer-Engerlings (Melolontha melolontha L. und Melolontha hippocastani F.)

Von

Prof. Dr. **F. Schwerdtfeger,** Eberswalde

(Mit 9 Abbildungen)

Inhalt

Seite

1. Vorbemerkung 216
2. Die Lauftechnik des Engerlings 216
   a) Frühere Beschreibungen 216
   b) Methode der Untersuchung 220
   c) Die Lauftechnik des Maikäfer-Engerlings 220
3. Die Geschwindigkeit der Fortbewegung 223
   a) Methode und Material 223
   b) Individuelle Unterschiede 223
   c) Laufrichtung 225
   d) Tageszeit und Fortbewegung 225
   e) Temperatur und Geschwindigkeit 226
   f) Larvengröße und Geschwindigkeit 227
   g) Bodenbeschaffenheit und Geschwindigkeit 228
4. Die Horizontalausbreitung der Larven 228
   a) Begriff 228
   b) Methode und Material 229
   c) Richtung der Horizontalausbreitung 229
   d) Ausbreitungsstrecke und -geschwindigkeit 230
5. Die Vertikalbewegung des Engerlings 234
   a) Problem und Methode 234
   b) Vertikalverteilung zu einem bestimmten Zeitpunkt 236
   c) Wohntiefe verschiedener Stadien 238
   d) Wohntiefe an verschiedenen benachbarten Orten 239
   e) Überwinterungstiefe an verschiedenen weit entfernten Orten 241
   f) Jahreszeitliche Änderungen der Wohntiefe 241
   g) Temperatur und Vertikalbewegung 245
   h) Feuchtigkeit und Vertikalbewegung 248
   i) Häutung, Verpuppung und Vertikalbewegung 249
6. Zusammenfassung der Ergebnisse 250
7. Schrifttum 251

1. Vorbemerkung

Zweierlei grundsätzlich verschiedene Ortsveränderungen führen die Larven des Maikäfers aus: Während der Vegetationszeit wandern sie in horizontaler Richtung von Wurzel zu Wurzel, sie biegen auch häufiger von ihrem Wege ab, gehen höher und tiefer: Zweck dieser Wanderung ist, geeignete Nahrung zu finden und Hemmnissen auszuweichen. Die zweite Art der Ortsveränderung führt die Engerlinge im Herbst von ihrem seitherigen Fraßort in größere Tiefen, wo sie den Winter verbringen, um im nächsten Frühjahr wieder aufwärts zu wandern; diese große, jahreszeitlich bedingte Vertikalbewegung bezweckt die Einnahme geeigneter Überwinterungsorte, welche dem Engerling hinreichenden Schutz vor der Winterkälte bieten.

Beide Arten der Ortsveränderung sind für den Pflanzenschutz von Bedeutung. Bei jeder Bekämpfungsmaßnahme, die sich gegen den im Boden befindlichen Engerling richtet — gleichgültig ob sie mechanischer, chemischer oder biologischer Art ist —, bildet die Kenntnis seines jeweiligen Aufenthaltsortes die Voraussetzung des Erfolges. Darüber hinaus ist es wichtig zu wissen, ob und wie schnell ein durch irgendwelche Maßnahmen engerlingsfrei gemachtes Gebiet durch wandernde Engerlinge aus der verseuchten Nachbarschaft neu befallen werden kann.

Unsere bisherigen Kenntnisse über den Ortswechsel der Engerlinge beruhen fast ausschließlich auf gelegentlichen Beobachtungen, zum Teil auch nur auf Vermutungen. Gutes Zahlenmaterial bringen französische Forscher; die Untersuchungen liegen aber schon weit zurück und bedürfen der Bestätigung unter den — namentlich klimatisch — anders gearteten Bedingungen des deutschen Raumes. So schien eine genauere Untersuchung der Wanderungen des Maikäfer-Engerlings wünschenswert.

Die Untersuchungen sind zum geringsten Teil im Laboratorium, überwiegend im Freiland ausgeführt. Methodik und Material sind jeweils in den betreffenden Abschnitten dargestellt; auch die Literatur wird dort Berücksichtigung finden.

2. Die Lauftechnik des Engerlings

Bei der Bearbeitung der Wanderungen der Maikäferlarve mußte zunächst einmal die Frage geprüft werden, wie sich der Engerling im Boden fortbewegt. Drei Beschreibungen der Lauftechnik des Engerlings liegen vor; sie stimmen zum Teil nicht überein.

a) Frühere Beschreibungen

Hoffmann (mitgeteilt von Grunert) beobachtete 1862 im Forstrevier Rehof (im ehemaligen Regierungsbezirk Marienwerder) das Ein-

graben eines Maikäfer-Engerlings, den er auf eine wunde Bodenstelle gelegt und mit etwas Erde bedeckt hatte. Der Engerling „hatte sich nach kurzer Zeit gegen einen Zoll tief eingegraben. Vorsichtig die Erde bis zum After der Larve fortnehmend, konnte ich, indem ich mir die Stelle stets frei erhielt, die Art und Weise des Eingrabens genau beobachten Zuerst den Kopf nach unten, scharrte die Larve, indem sie sich mit dem Hinterleibe stützte, die Erde mit den Füßen nach hinten; hatte sie genügendes Material, so überschlug sie sich und brachte bei dieser Gelegenheit die gescharrte Erde nach oben, verstopfte damit den oberen Teil ihres bisherigen Lagers, also auch die von mir gemachte Öffnung, die ich schnell wieder freilegte, wonach ich bemerken konnte, wie sie ihren Überschlag vollendete, so daß der After nach oben kam, worauf dann die Arbeit in der geschilderten Weise von neuem begann". (S. 197/198.)

Gänz ähnlich schildert Kienitz 1892 die Fortbewegung des Engerlings, die er — anders als Hoffmann — in einem besonderen Beobachtungsapparat studierte. Der Apparat bestand „aus zwei Glastafeln, welche in einem festen Rahmen nebeneinander gleichlaufend befestigt sind und verschieden weit voneinander verstellt werden können. Diese Tafeln wurden nun genau so weit voneinander gestellt, daß ein erwachsener Engerling bequem dazwischen sich bewegen konnte, daß aber die lockere Erde, mit welcher der Zwischenraum gefüllt wurde, durch die Bewegungen der Larve an der Stelle, an welcher sie sich befand, von beiden Tafeln rein abgerieben wurde, so daß der Aufenthaltsort der Larve stets klar überblickt, jede Bewegung deutlich erkannt werden konnte. Dazu ist eine Entfernung der Glastafeln von 10—12 mm die zweckmäßigste. Die Tafeln wurden senkrecht aufgestellt. Auf die feuchtgehaltene lockere Erde zwischen den Tafeln wurde Hafer, Mais usw. gesät und gepflanzt und dann die Larven eingesetzt. Diese einfachen Apparate bewährten sich vorzüglich. Die Larven bewegen sich in ihnen unbehindert, sie fressen unbekümmert um Beleuchtung und Bewegung der Tafeln".

Die Lauftechnik des Engerlings schildert Kienitz wie folgt: „Bei der Fortbewegung stemmt der Engerling das dicke Ende des Hinterleibs fast senkrecht gegen die Wand der Erdhöhle, in der er sich befindet, so daß er dadurch einen festen Halt gewinnt, nun kratzt er mit den drei Fußpaaren geschickt und schnell die Erde an der Stelle fort, wohin er vorwärts kriechen will, und scharrt sie nach rückwärts in den freien Raum, welcher zwischen dem angestemmten Hinterleib, dem Vorderkörper und der dem Bauch des Tieres gegenüberliegenden Wand der Erdhöhle gebildet wird, bis dieser ganze Raum durch einen Erdklumpen gefüllt ist. Dann zieht der Engerling den Hinterkörper an, drängt gleichzeitig den Kopf und Vorderleib, die er dem Bauche zukehrt, gegen den Erdballen vor, zieht inzwischen den Hinterleib ganz neben dem Erdklumpen heraus, stemmt ihn auf der entgegengesetzten Seite des letzteren wieder fest gegen

die Wand der Höhle, hält nun den Erdballen mit den sechs Füßen, schiebt ihn mit großer Gewandtheit nach hinten und füllt damit einen Teil des eben durchlaufenen Ganges wieder aus.

Bei dem Fortschieben wendet sich die Larve also vollständig um, so daß nun der Kopf an derjenigen Stelle der Höhle steht, an welcher vorher der After angedrückt wurde. War der Rücken vorher nach unten gerichtet, so liegt er nun nach oben, und umgekehrt, war er nach oben gerichtet, so liegt er nun nach unten. Der Erdklumpen wird mit den drei Fußpaaren dabei immer festgehalten und fortgeschoben, der Kopf ist zurückgebeugt. Erst wenn die Erde an ihrem Platz an der Rückseite des Ganges liegt, wird der Kopf nach vorn gesenkt und mit dem Kopfschild mehrmals die Erde fest angedrückt, dann schießt die Larve wieder kopfüber, wie vorher, und setzt die Arbeit in derselben Weise fort.

„Die Bewegungen sind ziemlich schnell, zu dem Kopfüberschießen zum Beispiel braucht die Larve nur 10—15 Sekunden, zu dem Zurückschieben und Festdrücken der abgekratzten Erde oft nur 25—30 Sekunden, zu dem Abkratzen selbst verschieden lange Zeit, je nach der Festigkeit des Bodens; auch hält sie häufig bei der Arbeit an, so oft sie etwas Genießbares, eine Wurzel, einen nicht ganz zersetzten organischen Körper, ein bezwingbares Tier antrifft. — Die Art der Fortbewegung erklärt, wie es möglich ist, daß der Engerling selbst in ganz festem Boden sich fortzubewegen vermag. Er hat immer nur eine Erdhöhle, die wenig länger ist als er selbst und nur solchen Umfang besitzt, daß er sich darin bequem umwenden kann. Der eben verlassene Teil wird wieder ausgefüllt. Nur in sehr lockerem Boden reicht die losgekratzte Erde nicht aus, die Höhle zu füllen, da durch die Bewegungen der Larve die Höhlenwände zusammengedrückt werden. Dann erscheint der verlassene Gang als ein durch Erdklumpen in unregelmäßige Kammern geteilter Hohlraum.“ (Seite 103/106.)

Schließlich beschreibt Leisewitz 1906 anläßlich seiner Untersuchungen über chitinöse Fortbewegungsapparate von Insektenlarven auch die Lauftechnik des Maikäfer-Engerlings, ohne anscheinend die Berichte von Hoffmann und Kienitz zu kennen. Die erst vorgenommenen Versuche, Engerlinge über Tischplatten oder in Kästchen ohne Erde laufen zu lassen, konnten über die natürliche Fortbewegungsart der Larven keinen Aufschluß geben. Leisewitz beobachtete darauf die Engerlinge beim Eingraben in die Erde und versuchte, „sie in der Erde durch rasches Abheben der Decke in einer möglichst natürlichen Lage zu überraschen“. Er wandte also die gleiche Methode wie vorher Hoffmann an. Seine Beobachtungen faßt Leisewitz folgendermaßen zusammen: Der Engerling „liegt in der Erde auf dem Rücken, oder auf der Seite[1]) oder schräg;

[1]) Kienitz ist der Ansicht, daß der Engerling unter natürlichen Verhältnissen nicht auf der Seite liegt (1892, S. 105).

dies ist, da er hierbei auf allen Seiten von Erde umgeben ist, für die Art der Fortbewegung einerlei. Dabei ist das Abdominalende häufig ganz dicht an das Kopfende genähert, so daß die drei Beinpaare das Abdominalende an den Seiten etwa bis zu dessen Mitte umfassen. Infolge der ungleichen Länge der Beine, die vom ersten bis zum dritten Paar immer länger werden, reichen sie an diesem stumpfen Kegel des Abdomens doch an den Seiten gleichmäßig weit daneben hinaus. Dieses Abdominalende wird nun als Ganzes, gewissermaßen wie ein einziger Fuß, fest eingesetzt und von dieser Stütze aus die einzelnen, besonders die mittleren Segmente, in der Reihenfolge von hinten nach vorn gestreckt und dadurch Kopf und Brust nach vorwärts geschoben. Hierauf erfolgt durch energische Kontraktion der mittleren Segmente das Nachziehen des Abdominalendes, und mit dem Feststellen dieses beginnt der ganze Vorgang wieder von neuem. Durch willkürliches Zusammenziehen und Ausstrecken der Bauch- oder Rückenmuskulatur für sich wird der Kreisbogen enger oder weiter gemacht und dadurch der ganze Vorgang kompliziert und die Erklärung erschwert. Die drei Beinpaare sind dabei fortgesetzt in Bewegung, die wie eine Welle vom vordersten zum letzten verläuft und in einem Ausstrecken schräg-, rücken- und kopfwärts und dann wieder einem Einziehen brustwärts besteht. Die ganze Tätigkeit der Beine sieht ziemlich unbeholfen aus und scheint mir sehr wenig Einfluß auf das Maß der Ortsveränderung zu haben, als vielmehr auf die Richtung derselben; sie scheinen nicht viel mehr als die Steuerapparate zu sein, die verhindern, daß die Bewegung der in einem Kreisbogen gekrümmten Larve zu einem fortgesetzten Drehen um das Zentrum dieses Kreisbogens wird. Die Mandibeln werden von der Larve häufig, aber nicht immer, wie eine Zange geöffnet und geschlossen. Ob sie vielleicht in der Art einer Klammer bei der Fortbewegung mithelfen, oder ob diese Bewegung bloß triebartig zur Erfassung von Nahrung geschieht, entzieht sich meiner Kenntnis“ (S. 29 bis 30.)

Während die Schilderungen von Hoffmann und Kienitz gut übereinstimmen, lautet die Darstellung von Leisewitz anders. Nach den beiden erstgenannten Autoren gräbt der Engerling am Vorderende seiner Höhle Erde ab und bringt sie nach hinten, um sie hier auszudrücken; so arbeitet er sich unter ständigem Sichüberschlagen durch die Erde. Davon sah Leisewitz offenbar nichts: nach ihm gräbt sich der Engerling, den Kopf nach vorn, in einer Richtung weiter, wobei aber ungeklärt bleibt, wie die Erde vorn abgegraben und nach hinten gebracht wird.

Zur Aufklärung des Sachverhalts schien eine Nachprüfung der früheren Beschreibungen wünschenswert.

b) Methode

Meine Beobachtung der grabenden Engerlinge erfolgte nach den Methoden von Kienitz, d. h. in einem Beobachtungsrahmen, der im wesentlichen aus zwei parallelen, 38×38 cm großen Glasscheiben bestand, die durch einen Holzrahmen in einem bestimmten Abstand voneinandergehalten wurden. (Abb. 1.) Der Abstand der beiden Scheiben war wenig größer als die größte Breite des thorakalen Teils des Engerlings; für verschieden alte Engerlinge mußten Rahmen mit unterschiedlichem Scheibenabstand benutzt werden. Der Zwischenraum zwischen den beiden Glasscheiben wurde mit Erde gefüllt, die je nach Wunsch locker oder fest, trocken oder feucht gehalten werden konnte. In die Erde wurden Engerlinge eingesetzt. Ihre Bewegungen konnten meist von beiden Glasseiten, zumindest aber von einer Seite gut beobachtet werden.

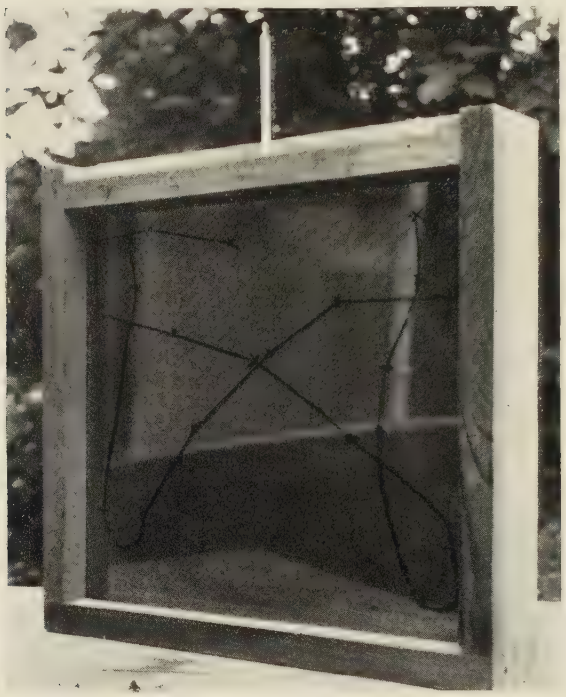


Abb. 1. Beobachtungsrahmen

c) Die Lauftechnik des Maikäfer-Engerlings

Das Ergebnis der Beobachtungen ist in den 12 Bewegungsphasen der Abb. 2 zusammengefaßt. Sie wurden unter etwa 50 flüchtigen Handskizzen, die von P. Laabs, Berlin, gefertigt wurden, als besonders typische und häufige Stellungen ausgewählt.

Die dargestellten Phasen geben die Lauftechnik bei der Wanderung senkrecht in die Tiefe wieder. Die gleiche Technik wird aber auch bei Fortbewegung in anderer Richtung geübt.

Der Engerling sitzt in einer im Querschnitt ovalen Höhlung, welche das Ende des Ganges darstellt, den er sich bei seiner Wanderung gegraben hat. Der Gang ist wieder mit Erde gefüllt und im Versuchsrahmen nur schwer durch die andersgeartete Lagerung der Bodenteilchen zu erkennen (in den Zeichnungen jeweils senkrecht über der Höhle). Unter

natürlichen Verhältnissen wird er kaum aufzufinden sein[1]). Die Abbildungen geben die Höhle etwas vergrößert wieder, um den Engerling in seiner ganzen Raumlage zeigen zu können. Auch ist die Höhle meist nicht so gleichmäßig geformt, wie es gezeichnet wurde. Die dem Beschauer zugekehrten Ränder verdeckten teilweise den grabenden Engerling. Die

Abb. 2. Bewegungsphasen des Maikäfer-Engerlings. Gezeichnet von P. Laabs

Höhlung war meist zwei bis zweieinhalbmal so groß wie der Raum, den der Engerling selbst einnahm.

Der Engerling begibt sich an das unterste Ende seiner Höhle (1, 2). Er beginnt, mit dem Kopf schabende Bewegungen auszuführen und mit

[1]) Nur in sehr lockerer Erde (siehe oben bei Kienitz) und im Wurzelfilz, etwa einer Rasendecke, markieren sich die Gänge.

den Mandibeln Erde loszulösen (3, 4). Dabei helfen die Beine mit. Die losgelöste Erde wird mit den Beinen ventralwärts nach oben befördert und etwa in Höhe des Thorax und der ersten Abdominalringe zu einem Klumpen geballt (5, 6). Mit dem Erdballen begibt sich der Engerling unter Einhaltung der einmal eingeschlagenen Richtung an das obere Ende der Höhle (7, 8); dabei fällt ein Teil des Erdballens wieder nach unten (8, 9). Oben angelangt, krümmt sich der Engerling im thorakalen Teil dorsalwärts und drückt die mitgebrachte Erde an das Ende des vollgestopften Ganges an (10). Auch hierbei fällt wieder Erde in die Tiefe. Der Körper geht wieder in die Normallage zurück (11) und rutscht in seiner ganzen Länge an dem frisch angehefteten Erdreich vorbei (12), es auf diese Weise fest andrückend. Dann ist die Ausgangslage wieder erreicht (1).

Es konnten somit die Beobachtungen von Hoffmann und Kienitz voll bestätigt werden. Leisewitz sind wichtige Merkmale der Fortbewegung der Maikäferlarve entgangen; richtig beobachtete er die auch im Glasrahmen festzustellenden Kontraktionen und Wellenbewegungen des Körpers. Zur Kienitzschen Schilderung ist noch zu bemerken, daß nach meiner Beobachtung zum Abkratzen des Erdreichs nicht so sehr die Beine als die Mandibeln benutzt wurden.

Während der Beobachtungszeit sind grundlegende Abweichungen von der geschilderten Lauftechnik nicht festgestellt worden. Auch bei verschieden zusammengesetztem Erdreich — locker, fest, sandig, gemischt mit Gartenerde, trocken, feucht — blieb die Arbeitsweise grundsätzlich die gleiche. Abweichungen traten vor allem beim Graben mit Kopf und Beinen und in lockerer Erde, die dem Engerling keinen Widerstand bot, auf.

Während der Grabezeit legt der Engerling zahlreiche Ruhepausen ein.

Die Menge des abgegrabenen Erdreichs entspricht ungefähr dem Raum zwischen den wenig zur Seite gespreizten Beinen; meist verlor das Tier beim Hochbringen und Festdrücken ein Drittel bis die Hälfte.

Häufig fiel, vor allem bei den Stellungen 9, 10, 11, und 12, der Engerling in den unteren Teil der Höhle zurück, ohne die Beine zu bewegen und die Erde freizugeben. Doch dürfte unter natürlichen Verhältnissen das nicht so häufig vorkommen, da die Haare und Borsten des Körpers im allseitig umgebenden Erdreich besseren Halt finden als an den seitlichen Glaswänden des Versuchsrahmens.

Zur Fortbewegung benutzt der Engerling somit im wesentlichen die Mandibeln, um die Erde zu lösen, die Beine, um die gelöste Erde aufzunehmen und zu halten, und die Segmentwülste und ihre Borsten, um sich fortzuschieben und dem Körper im Boden Halt zu geben. „Der Beborstung der Rückenwülste der Abdominalsegmente 1—6 dürfte für die Fortbewegung im Boden besondere Bedeutung zukommen. Mittels der senkrecht zur Bewegungsrichtung gestellten „Kriechborsten“ vermag sich

der Engerling wie mit Steigeisen den notwendigen Halt im Boden zu verschaffen. Die entgegengesetzt zur Funktionsrichtung ausgebildete Verstärkung des Basalringes der mechanisch stark beanspruchten Borsten erzeugt das den Druck auffangenden Widerlager" (Subklew).

3. Die Geschwindigkeit der Fortbewegung

Die umständliche Lauftechnik des Engerlings macht die Erzielung einigermaßen hoher Geschwindigkeiten unwahrscheinlich. Kienitz berichtet, daß der erwachsene Engerling in lockerem Boden, wenn er ununterbrochen in einer Richtung fortarbeitet, in einer Stunde 20 cm zurückzulegen vermag. Weitere Angaben, die auf Beobachtung am lebenden Objekt beruhen, sind mir aus der Literatur nicht bekannt.

a) Methode und Material

Die Laufgeschwindigkeit des Engerlings, d. h. die in der Zeiteinheit zurückgelegte Wegstrecke, kann nur durch unmittelbare Beobachtung am sich fortbewegenden Tier ermittelt werden. Zu diesem Zweck wurden Engerlinge in (die bereits beschriebenen) Beobachtungsrahmen gesetzt; die Rahmen waren mit gesiebtem, leicht angefeuchtetem, anlehmigem Sand gefüllt. Um die Fortbewegung nicht durch Aufenthalt an Fraßobjekten zu beeinflussen, wurden keinerlei Wurzeln, Humusteile oder sonstige organische Stoffe beigefügt. In meist zweistündigem Abstand wurde der Standort der Engerlinge festgestellt; ihr Weg wurde mit einem Fettstift auf der Glasscheibe aufgezeichnet (siehe Abb. 1).

Die Versuche wurden durchgeführt im November 1934 und Januar 1935 mit Engerlingen von *Melolontha hippocastani*, die im dritten Stadium standen und im Mittel 1590 mg wogen, ferner im Mai 1938 mit Engerlingen der gleichen Art im zweiten Stadium mit einem Durchschnittsgewicht von 500 mg. Um den Einfluß der Temperatur auf die Laufgeschwindigkeit zu erkennen, wurden die Beobachtungsrahmen in verschieden warmen Räumen untergebracht.

Es muß damit gerechnet werden, daß die Enge des Raumes innerhalb der Scheiben und vielleicht auch das seitlich einfallende Licht die Lebensäußerungen der Beobachtungstiere beeinflußten. Auch die frisch eingefüllte, relativ leichte und gleichmäßige Erde im Rahmen mag den Verhältnissen im Freiland nicht entsprechen. Diese im Versuch nicht vermeidbaren Mängel sind bei der Auswertung der Beobachtungen zu berücksichtigen.

b) Individuelle Unterschiede

Als erstes fiel auf, daß sich die Engerlinge außerordentlich unterschiedlich verhielten. Einzelne Tiere, in den Rahmen gesetzt, begannen sofort zu laufen, andere verharrten zunächst an ihrem Platz. Einige Beobachtungstiere schoben nach kurzen Laufstrecken Pausen ein, andere

liefen ohne Unterbrechung lange Zeit hindurch. So sind auch die von den Engerlingen während der Beobachtungszeit zurückgelegten Gesamtstrecken sehr verschieden lang. Als Beispiele für das unterschiedliche Verhalten der Engerlinge sind in den Tabellen 1 bis 3 einige Versuchsprotokolle wiedergegeben; es handelt sich um Versuche, die jeweils mit einheitlichem Tiermaterial im gleichen Rahmen unter gleichen Bedingungen durchgeführt wurden.

Tabelle 1

Laufversuch mit 5 Engerlingen, *hippocastani* 3. Stadium, Gewicht 1590 mg. 25. bis 26. Januar 1935. Temperatur 3,2 bis 7,6° C. Beginn 12 Uhr

Uhrzeit	Laufstrecke in mm von Engerling Nr.				
	1	2	3	4	5
13.30	—	12	16	—	—
15.30	—	9	16	—	—
17.30	—	10	19	—	—
20.00	—	7	30	—	—
22.00	—	—	10	—	—
8.00	—	—	34	—	—
Gesamtstrecke	0	38	135	0	0

Tabelle 2

Laufversuch mit 2 Engerlingen, *hippocastani* 2. Stadium, 500 mg. 14. bis 15. Mai 1938. Temperatur 10,0 bis 14,0° C. Beginn 10 Uhr

Uhrzeit	Laufstrecke in mm von Engerling Nr.	
	1	2
10.00	—	—
12.00	17	—
14.00	—	—
15.45	—	—
18.00	9	—
20.00	—	69
22.00	—	35
22.45	—	17
8.15	—	118
10.00	—	17
12.00	—	46
14.00	—	33
16.00	—	91
18.00	—	31
20.00	—	72
22.00	—	54
Gesamtstrecke	26	583

Tabelle 3

Laufversuch mit 2 Engerlingen, *hippocastani*, 2. Stadium, 500 mg. 14. bis 15. Mai 1938. Temperatur 21,5 bis 28,0° C. Beginn 10 Uhr

Uhrzeit	Laufstrecke in mm von Engerling Nr. 1	2
10.00	—	—
12.00	—	—
14.00	—	—
15.45	—	—
18.00	—	—
20.00	43	7
22.00	68	32
22.45	42	27
8.15	212	157
10.00	115	80
12.00	104	90
14.00	82	71
16.00	98	91
18.00	54	96
20.00	64	22
22.00	90	13
Gesamtstrecke	972	686

Die großen individuellen Unterschiede in der Fortbewegung des Engerlings machen eine einwandfreie statistische Auswertung der Beobachtungsergebnisse unmöglich. Die in den folgenden Abschnitten errechneten Zahlen können daher nur als Anhalt für die tatsächlichen Verhältnisse gelten.

c) Laufrichtung

Die Bewegungsrichtung des eingesetzten Engerlings war in der Regel zunächst senkrecht nach unten. Die Richtung wurde geändert, wenn sich ein Hindernis in den Weg stellte. Ein solches Hindernis war z. B. die Wandung des Rahmens (siehe Abb. 1); Hindernis konnte aber auch ein anderer grabender Engerling sein, der den ersten zum Abbiegen aus der zunächst eingeschlagenen Richtung veranlaßte. Im Freiland werden Steine, Wurzeln und andere Hemmnisse Änderungen der Wanderrichtung veranlassen. Darüber hinaus wird die Richtung der Fortbewegung im Freiland bedingt durch Wärme- und Feuchtigkeitsreize, möglicherweise auch durch eine Lockwirkung der Nahrungspflanzen.

d) Tageszeit und Fortbewegung

Es wurde bereits oben betont, daß die Engerlinge beachtliche Unterschiede in ihrer Aktivität und dem Einhalten von Ruhepausen zeigten. Ein Zusammenhang zwischen Tageszeit und Lauftätigkeit konnte nicht beobachtet werden.

e) Temperatur und Geschwindigkeit

Es ist anzunehmen, daß — wie meist bei den poikilothermen Insekten — auch beim Engerling die lokomotorische Aktivität in Beziehung steht zur Temperatur. Bei der Feststellung der Geschwindigkeiten war daher die Temperatur der Umgebung zu berücksichtigen.

Zur Ermittlung der Maximalleistung wurde für jede Temperaturstufe das Mittel aus den drei höchsten erreichten Geschwindigkeiten errechnet. Für das zweite Stadium wurden von insgesamt 220 Beobachtungen nur 36 Werte, für das dritte Stadium aus 81 Beobachtungen 21 Werte verwendet. Das Ergebnis zeigt Tabelle 4.

Tabelle 4

Maximalgeschwindigkeit (zurückgelegte Laufstrecke je Stunde in mm) von *hippocastani*-Engerlingen des 2. und 3. Stadiums in verschiedenen Temperaturen

	Temperatur °C																				
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2. Stadium .	—	—	—	—	—	12	15	—	9	19	36	—	51	64	—	54	—	—	51	48	50	25
3. Stadium .	5	14	—	—	—	(44)	25	—	25	—	38	—	—	—	—	82	—	—	—	—	—	—

Striche in den Spalten bedeuten, daß für die betreffende Temperaturstufe keine Angaben ermittelt wurden.

Es ist deutlich zu erkennen, wie die Laufgeschwindigkeit zunächst mit steigenden Temperaturen zunimmt. Die Höchstleistung wird erreicht bei etwa 16° C und beibehalten bis 24° C. Bei noch höheren Temperaturen verringert sich die Laufaktivität wieder, was sich deutlicher in den später zu erörternden Zahlen der Tabelle 5 zeigt. Die lokomotorische Aktivität ist somit am höchsten zwischen 16 und 24° C; geringere und höhere Temperaturen schwächen sie ab.

Tabelle 5

Durchschnittliche Wandergeschwindigkeit in mm/Stunde von *hippocastani*-Engerlingen des 2. und 3. Stadiums in verschiedenen Temperaturen. Mittel aus sämtlichen Beobachtungen einschließlich Ruhepausen

	Temperatur °C																							
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
2. Stadium .	—	—	—	—	0	2	2	4	5	6	14	—	34	23	—	21	—	—	40	11	31	3	0	—	0
3. Stadium .	2	4	—	—	—	(28)	7	—	25	—	31	—	—	—	—	47	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Der (in der Tabelle eingeklammerte) Wert für das dritte Stadium in der 9°-Stufe fällt aus den übrigen Zahlen heraus und ist vermutlich auf einen Beobachtungsfehler zurückzuführen.

Könnte der Engerling des zweiten Stadiums bei 20° C seine Spitzengeschwindigkeit von etwa 55 mm/Stunden einen Tag hindurch beibehalten,

so betrüge die maximal in 24 Stunden zurückgelegte Strecke 1,32 m. Diese Leistung ist aber ebenso unmöglich, wie ein 100-m-Läufer sein Tempo stundenlang beibehalten kann. Die in Tabelle 4 niedergelegten Zahlen sind Spitzenleistungen, die nur während relativ kurzer Zeiträume erreicht werden.

Will man die tatsächliche, während längerer Zeit durchzuhaltende Fortbewegungsgeschwindigkeit des Engerlings kennen lernen, so muß man die häufig eingelegten Ruhepausen berücksichtigen. Das ist in Tabelle 5 geschehen, in der die Mittel aus sämtlichen Beobachtungen zusammengestellt sind. Die mittleren Geschwindigkeiten — im Gegensatz zu den Laufgeschwindigkeiten, die Maximalleistungen darstellen, nenne ich sie Wandergeschwindigkeiten — liegen durchweg unter den ermittelten Höchstleistungen; sie betrugen im Durchschnitt im zweiten Stadium 38 % und im dritten Stadium 55 % der Maximalgeschwindigkeiten; sie waren also relativ zu den Maximalleistungen bei den kleinen Engerlingen geringer als bei den großen. Die größten Wanderstrecken wurden wiederum in Temperaturen zwischen 16 und 24° C zurückgelegt.

Berechnet man unter Zugrundelegung der mittleren Fortbewegungsgeschwindigkeit die Tagesstrecke, die ein Engerling des zweiten Stadiums zurücklegen kann, so ergibt sich bei 20° und einer Stundengeschwindigkeit von etwa 27 mm eine Tagesleistung von 0,65 m. Für einen Engerling des dritten Stadiums würde sich unter den gleichen Verhältnissen eine Tagesstrecke von 1,13 m ergeben. Wie weit mit diesen Zahlen im Freiland gerechnet werden kann, soll in Abschnitt 4 untersucht werden.

f) Larvengröße und Geschwindigkeit

Aus den Zahlen der Tabellen 4 und 5 zeigte sich bereits, daß die Geschwindigkeiten bei kleinen Engerlingen unter den gleichen Verhältnissen geringer sind als bei größeren. Der erwachsene Engerling leistet mehr als der kleine. In welchem Verhältnis die Leistung kleiner und großer Engerlinge zueinander steht, wurde in Tabelle 6 untersucht.

Tabelle 6

Verhältnis der Geschwindigkeiten kleiner und großer Engerlinge bei gleichen Temperaturen

Temperatur ° C	Maximalgeschwindigkeit (mm/Stunde) bei kleinen Engerlingen	bei großen Engerlingen	Verhältnis der Geschwindigkeiten	Mittlere Geschwindigkeit (mm/Stunde) bei kleinen Engerlingen	bei großen Engerlingen	Verhältnis der Geschwindigkeiten
10	15	25	1 : 1,67	2	7	1 : 3,50
12	9	25	1 : 2,78	5	25	1 : 5,00
14	36	38	1 : 1,05	14	31	1 : 2,21
19	54	82	1 : 1,52	21	47	1 : 2,29
			Mittel: 1 : 1,76			Mittel: 1 : 3,25

Das Gewicht der Versuchsengerlinge betrug 500 bzw. 1590 mg, das Verhältnis der Gewichte war demnach 1 : 3,18 und entspricht fast genau dem Verhältnis der mittleren Geschwindigkeiten. Wir können also schließen, daß sich die Wandergeschwindigkeit des Engerlings proportional seinem Körpergewicht und seiner Körpergröße ändert.

Für die erzielbare Maximalgeschwindigkeit trifft diese einfache Proportion nicht zu. Das Verhältnis der Höchstgeschwindigkeiten entspricht nicht der Gewichtsrelation, ist vielmehr zugunsten der kleinen Engerlinge verschoben. Die während kurzer Zeit erreichbaren Höchstleistungen liegen somit bei den kleinen Engerlingen relativ höher als bei den größeren.

g) Bodenbeschaffenheit und Geschwindigkeit

Außer Temperatur und Körpergröße wird besonders die Beschaffenheit des Bodens die Schnelligkeit der Fortbewegung beeinflussen. Je dichter und schwerer der Boden ist, um so größer muß die Arbeitsleistung des Engerlings sein. Untersuchungen über diese Frage sind nicht angestellt worden. Bei der Auswertung der in diesem Kapitel gewonnenen Zahlen muß aber berücksichtigt werden, daß sich die Engerlinge in den Beobachtungsrahmen unter sehr leichten Bodenverhältnissen bewegten. Die eingefüllte Erde war durchgesiebter, anlehmiger Sand, der zwar festgestampft war, aber doch nicht die Dichte länger lagernden oder gar gewachsenen Bodens besaß. Es muß daher erwartet werden, daß die im Versuch erzielten absoluten Geschwindigkeiten im Freiland im allgemeinen nicht erreicht werden können.

4. Die Horizontalausbreitung der Larven

a) Begriff

Es sind oben bereits die beiden Begriffe Laufgeschwindigkeit und Wandergeschwindigkeit unterschieden worden. Wir verstanden darunter die in der Zeiteinheit bei ununterbrochener Lauftätigkeit zurückgelegte Strecke bzw. den Weg, den der Engerling während längerer Zeiträume unter Einschub von Pausen — ebenfalls in der Zeiteinheit — hinter sich bringt. Die Wandergeschwindigkeit erwies sich naturgemäß als beträchtlich niedriger als die Laufgeschwindigkeit, die ja eine nur während kurzer Zeit durchzuhaltende Höchstleistung darstellt. Als dritten Begriff müssen wir nun noch den der Ausbreitungsgeschwindigkeit unterscheiden. Wenn wir ermitteln wollen, wie lange es beispielsweise dauert, bis ein Engerling von seinem jetzigen Standpunkt aus das benachbarte Rübenfeld erreicht hat, so kann zunächst die im Versuch gefundene Wandergeschwindigkeit zugrunde gelegt werden. Wobei allerdings der im letzten Absatz des vorigen Kapitels erwähnte Umstand zu berücksichtigen ist, daß im Versuch die Bodenverhältnisse leichter und somit

die Wanderstrecken wohl größer waren als im Freiland. Ferner ist aber zu bedenken, daß der Engerling auch Höhen- und Tiefenwanderungen unternimmt, welche seine Ausbreitung in horizontaler Richtung, die uns hier allein interessiert, verlangsamen. Weiterhin muß beachtet werden, daß der Engerling kaum zielstrebig zu dem bewußten Rübenfeld hinwandern wird, sondern seine Laufrichtung ändert und Hin- und Hergänge ausführt. Die Geschwindigkeit, mit welcher ein Engerling seinen Standort in der Horizontalebene nach einer bestimmten Richtung hin verlegt, wird also wesentlich geringer sein als seine Wandergeschwindigkeit.

Diese Ausbreitungsgeschwindigkeit, d. h. also die Schnelligkeit, mit der in der Horizontalebene der Standort in einer bestimmten Richtung verschoben wird, einschließlich aller Ruhepausen und Umwege, ist für den praktischen Pflanzenschutz von weit größerer Bedeutung als Lauf- oder Wandergeschwindigkeit. Mehr als die theoretisch erzielbaren Strecken interessiert den Praktiker die Frage, wie weit eine Ausbreitung von Engerlingen von einer bestimmten Stelle aus im Boden möglich ist, und ob von einer engerlingsverseuchten Fläche eine benachbarte Kultur gefährdet werden kann.

b) Methode und Material

Die Frage wurde in folgender Weise untersucht:

Engerlinge wurden mit bunten Ölfarbetupfen auf den Thorakalsterniten gezeichnet und dann auf geeigneten Flächen ausgesetzt. In dem einen Fall war es eine zweijährige Kiefernkultur, in dem andern eine mit Gras bewachsene Fläche auf einer Räumde im Forstamt Grimnitz. Die Aussatzstellen waren durch einen Pfahl gekennzeichnet, in dessen nächster Umgebung in einem Umkreis von 20 cm Durchmesser die Engerlinge eingegraben wurden. An einigen Aussatzstellen wurde nach einem, an anderen nach zwei, an wieder anderen nach drei Tagen usw. nachgegraben; der Standort, an dem ein gezeichneter Engerling sich befand, wurde auf einer Skizze kartiert. Als Ausgangsbasis der Ausbreitung wurde eine gedachte Kreislinie um den Pfahl angesehen, welche in der Mitte der Aussetzstelle verlief und somit einen Durchmesser von 10 cm hatte. Der Abstand der Wiederauffindungsstellen von diesem Kreis wurde als Ausbreitungsstrecke angesehen.

Als Versuchsmaterial dienten im Juni 1935 Engerlinge von *M. hippocastani* im dritten Stadium, die kurz vor der Verpuppung standen und im Mittel 1720 mg wogen. Im Mai 1938 wurden Engerlinge der gleichen Art im zweiten Stadium mit einem mittleren Gewicht von 490 mg benutzt. Die Engerlinge waren jeweils kurz vorher im Freiland gegraben.

Als Beispiel für Ausführung und Ergebnis des Einzelversuchs diene Abbildung 3.

c) Richtung der Horizontalausbreitung

Die gezeichneten Engerlinge wurden in allen Himmelsrichtungen von der Aussatzstelle wiedergefunden. Die Einhaltung einer be-

stimmten Ausbreitungsrichtung konnte nicht erkannt werden. Die Fundorte standen in keiner Beziehung zu den Pflugreihen bzw. den Pflugbalken auf der Kultur bzw. zu einem nahegelegenen Eichenbestand auf der Räumde.

d) Ausbreitungsstrecke und -geschwindigkeit

Sämtliche gemessenen Ausbreitungsstrecken des zweiten und dritten Stadiums sind in den Tabellen 7 und 8 zusammengefaßt.

Die größeren Engerlinge haben sich, wie anzunehmen war, im allgemeinen schneller ausgebreitet als die kleineren. Immerhin finden sich auch beim zweiten Stadium höhere Werte. Wenn man die im

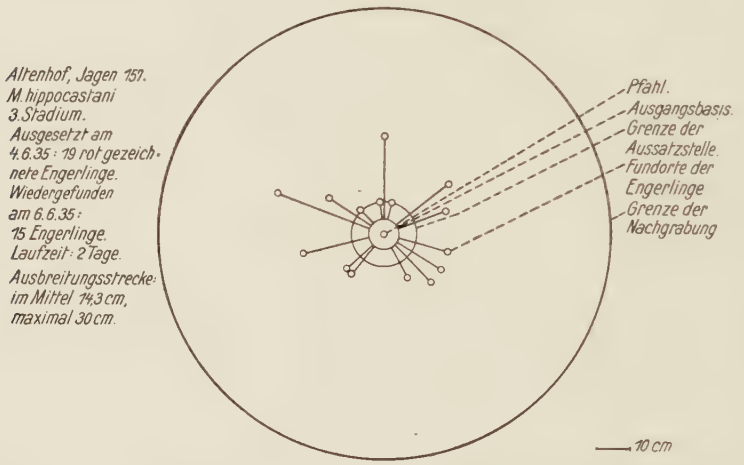


Abb. 3. Beispiel für Ausführung und Ergebnis eines Versuchs über die Horizontalausbreitung von Engerlingen. (Siehe Text S. 229)

Laboratoriumsversuch gefundene Regel zugrunde legt, daß die Wanderfähigkeit der Engerlinge unter gleichen Verhältnissen etwa dem Körpergewicht entspricht, muß die Ausbreitung der großen Engerlinge im Freilandversuch sogar als ausgesprochen mäßig angesehen werden. Hinzu kommt, daß die Bodentemperaturen in 15 cm Tiefe im Versuch mit dem dritten Stadium bei etwa 17° lagen, also im Optimum der Laufaktivität im zweiten Stadium dagegen nur bei etwa 12° C. Ich vermute, daß die relativ geringe Ausbreitung der großen Engerlinge bedingt war durch die Nähe der Verpuppungszeit.

Als wichtigstes Ergebnis konnte erkannt werden, daß die gesamte Ausbreitungsstrecke sich mit der Zeit vergrößert, daß aber die mittlere tägliche Ausbreitungsstrecke — die Ausbreitungsgeschwindigkeit — mit zunehmender Beobachtungsdauer stark abnimmt. Dieses Ergebnis findet seine einfache Erklärung in den zahlreichen Hin- und Hergängen der nicht zielstrebig wandernden Engerlinge.

Tabelle 7

Horizontalausbreitung von Engerlingen (*M. hippocastani*, 2. Stadium)

Ausbreitungszeit Tage	Wiedergefundene Engerlinge	Davon hatten zurückgelegt eine Ausbreitungsstrecke von ... cm											Gesamte Strecke in cm		Tägliche Strecke in cm	
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	med	max	med	max
1	43	5	16	10	10	1	1	—	—	—	—	—	8,6	23,0	8,6	23,0
2	22	3	3	3	7	4	1	—	1	—	—	—	13,0	33,0	6,5	16,5
3	18	3	1	7	3	2	2	—	—	—	—	—	11,7	23,0	3,9	7,7
4	20	2	2	4	5	2	2	1	1	1	—	—	16,6	41,0	4,2	10,3
6	24	2	3	—	4	8	4	2	—	—	—	1	18,7	48,0	3,1	8,0

Im praktischen Pflanzenschutz taucht die Frage auf, ob nicht trotz der stets kleiner werdenden Tagesstrecken die Gesamtausbreitung während des Engerlingslebens so groß ist, daß Gefährdung engerlingsfreier Flächen durch benachbarte verseuchte Orte angenommen werden muß. Ratzeburg ist der Meinung, daß die Engerlinge sich zwar nach allen Richtungen zerstreuen, sich aber nicht weit von ihrer Geburtsstätte entfernen. Dagegen nimmt Feddersen regelrechte Massenwanderungen an. „Wenn die Engerlinge im Juni, Juli die Kulturflächen, auf denen sie vorwiegend entstanden und bisher lebten, kahl gefressen und jeden Pflanzenwuchs, öfter selbst das Haidekraut darauf vernichtet haben, wandern sie massenhaft in die benachbarten älteren Orte, vernichten 15- bis 20jährige Kiefernschonungen, befressen die Wurzeln der Stangenhölzer und töten gar 120jährige Kiefern. Sie scheinen sich zu großen Zügen zu vereinigen, deren Hauptmasse an den äußersten Rändern der häufig annähernd kreisförmigen Fraßflächen zu finden ist.“ Kleine äußerte kürzlich noch die Ansicht, daß die Engerlinge „recht ansehnliche Strecken“ zurückzulegen vermögen. Blunck glaubt, daß die Wanderung kaum weiter als 20 m gehen wird. „Das Eindringen von einem Schlag in den anderen wird also selten ein ins Gewicht fallendes Ausmaß annehmen.“

Tabelle 8

Horizontalausbreitung von Engerlingen (*M. hippocastani*, 3. Stadium)

Ausbreitungszeit Tage	Wiedergefundene Engerlinge	Davon hatten zurückgelegt eine Ausbreitungsstrecke von ... cm																		Gesamte Strecke in cm		Tägliche Strecke in cm	
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	med	max	med	max
1	21	2	3	5	5	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12,6	25	12,6	25
2	15	—	3	3	5	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14,3	30	7,2	15
3	25	2	11	3	2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,9	20	3,0	17
6	22	4	1	1	1	—	1	1	3	2	—	3	1	—	—	—	1	—	1	—	31,8	85	5,3	14
9	9	—	—	—	1	—	1	—	2	1	—	1	1	1	—	—	—	—	—	1	45,0	90	5,0	10
11	14	—	—	1	4	1	2	2	1	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	27,5	55	2.5	5

Der Lösung dieser Frage läßt sich auf Grund der Versuchsergebnisse theoretisch näher kommen, wenn man annimmt, daß der bei zielstrebiger Wanderung erreichbaren Tagesstrecke a ein durch die Hin- und Hergänge bedingter Verkleinerungsfaktor q entgegenwirkt. Dann würde die tägliche Ausbreitungsstrecke sein am ersten Tage nach dem Start aq, am zweiten Tage aq^2, am dritten Tage aq^3, am nten Tage aq^n. Das ist eine fallende geometrische Reihe, deren Glieder die Tagesstrecken, deren Summe am nten Tage die gesamte Ausbreitungsstrecke am nten Tage darstellt. Aus den Zahlenangaben der Tabellen 7 und 8 läßt sich für q ein Wert von etwa 0,6 ableiten.

Einen Vergleich der mit diesem q errechneten Reihe mit den im Freiland beobachteten Ausbreitungsstrecken läßt Abb. 4 zu. In Tabelle 9 sind die mittleren und maximalen Ausbreitungsstrecken der Tabellen 7 und 8 am ersten Tage (aq) gleich 100 gesetzt. Die Gesamtausbreitung der folgenden Tage wurde darauf bezogen. Ihr Mittel ist in der letzten Spalte der Tab. 9 vermerkt. Diese Ausbreitungsmittel sind in Abb. 4 als Säulen dargestellt, während die ausgezogene Kurve die Summen einer geometrischen Reihe mit dem Anfangsglied 100 und dem Quotienten 0,6 wiedergibt. Die Übereinstimmung der theoretischen Kurve mit den Beobachtungswerten läßt sich bei großzügiger Betrachtung als einigermaßen befriedigend bezeichnen.

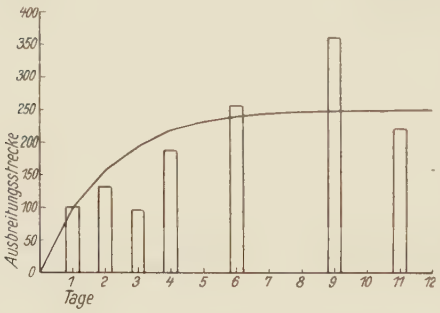


Abb. 4. Ausbreitungsstrecken von *M. hippocastani*, nach Beobachtung im Freiland (Säulen) und errechnet (Kurve). Strecke des ersten Tages gleich 100 gesetzt

Tabelle 9
Prozentuale Ausbreitungsstrecken

Ausbreitungszeit	Ausbreitungsstrecke in cm				Mittel
	2. Stadium		3. Stadium		
Tage	med	max	med	max	
1	100	100	100	100	100
2	151	143	114	120	132
3	136	100	71	80	97
4	193	178	—	—	186
6	218	209	252	340	255
9	—	—	357	360	359
11	—	—	218	220	219

Die mögliche Gesamtausbreitung eines Engerlings ist nunmehr zu berechnen, indem ich die Summe einer geometrischen Reihe ermittele, deren

Anfangsglied der am ersten Tag im Freiland beobachteten Ausbreitungsstrecke entspricht und deren Quotient 0,6 ist. Die Zahl der Tage, an welchen der Engerling wandern kann, d. h. die Zahl der Glieder der Reihe (n) ist groß genug, daß ich sie vernachlässigen kann. Die Summe einer solchen Reihe ist $S = \frac{aq}{1-q}$. Setze ich für aq im zweiten Stadium 8,6 und im dritten Stadium 12,6 cm, so ist S gleich 22 bzw. 32 cm, d. h. während der ganzen Larvenzeit beträgt die mittlere Ausbreitung im zweiten Stadium 22 cm, im dritten Stadium 32 cm, zusammen 54 cm; füge ich schätzungsweise 16 cm für das erste Stadium hinzu, so ergibt sich eine Gesamtausbreitung für das ganze Larvenleben von durchschnittlich 70 cm.

Die höchstmögliche Gesamtausbreitung kann ich errechnen, wenn ich für aq die Maximalstrecken der Tabellen 7 und 8, also im zweiten Stadium 23 und im dritten Stadium 25 cm einsetze. Es ergibt sich für die Maximalausbreitung im gesamten zweiten Stadium eine Strecke von 58 cm, im dritten Stadium von 63 cm, zusammen 121 cm. Bei Hinzufügung von schätzungsweise 29 cm für das erste Stadium, errechnet sich eine maximale Gesamtausbreitung während des Larvenlebens von 150 cm.

Ich weiß, daß diese Berechnung in vielen Punkten angreifbar ist. Auch spielen selbstverständlich örtliche Gegebenheiten eine sehr wichtige Rolle. So wird, um nur ein Beispiel zu nennen, ein hungernder Engerling mehr umherwandern und größere Strecken zurücklegen als eine mitten zwischen Pflanzenwurzeln sitzende Larve. Daß das Ergebnis der Berechnung aber nicht völlig falsch ist, läßt sich aus der relativ guten Übereinstimmung zwischen Freilandbeobachtung und Laboratoriumsversuch schließen. Im zweiten Stadium, wo Alter und Gewicht (500 mg im Laboratorium, 490 mg im Freiland) sich gut entsprechen, wurde im Laboratorium bei 12° C eine Wandergeschwindigkeit von 5 mm/Stunde oder 12 cm Tag festgestellt. Dieser Wert entspricht dem a der geometrischen Ausbreitungsreihe. Ihr erstes Glied aq wurde im Freiland unter ähnlichen Verhältnissen im Mittel zu 8,6 cm ermittelt; bei einem q von 0,6 ergibt sich ein a von 14.3 cm, was recht gut mit dem im Laboratorium gefundenen a = 12 cm übereinstimmt.

Trotz aller Einwände und Bedenken scheint mir die Rechnung hinreichend deutlich zu zeigen, daß im allgemeinen die Ausbreitungsmöglichkeit des Engerlings und damit die Gefahr der Ausdehnung der Schäden klein ist. Die von Blunck angenommene und als nicht gefährlich empfundene Ausbreitungsstrecke wird bei weitem nicht erreicht. Und nimmt man wirklich das Zwei- oder gar Dreifache der errechneten Zahlen als richtig an, so ergeben sich mittlere Strecken von 1,5 und 2 m, und Maximalstrecken von 3 und 4,5 m, um die ein Engerling während seines ganzen Lebens seinen Standort horizontal zu verschieben vermag. Solche Strecken spielen unter großen Verhältnissen, namentlich im Walde, aber auch stellenweise in der Landwirtschaft, keine Rolle; im Gartenbau ist es natürlich

beachtenswert, ob Engerlinge bis zu 3 oder 4,5 m Tiefe in ein Erdbeerbeet einzudringen vermögen.

Die Versuche wurden nur mit *hippocastani*-Larven angestellt; vermutlich wird der Engerling des Feldmaikäfers infolge seiner Größe längere Strecken zurücklegen können. Wie weit eine von Pflanzen, gegebenenfalls von bestimmten Pflanzen ausgehende Köderwirkung die Wanderrichtung und damit die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Engerlinge zu beeinflussen vermag, bedarf noch der Nachprüfung.

5. Die Vertikalbewegung der Engerlinge

a) Problem und Methode

Die Engerlinge sitzen nicht in stets gleicher Bodentiefe. Es ist bekannt, daß sie den Winter in größeren Tiefen verbringen, während der Vegetationszeit sich aber dicht unter der Bodenoberfläche aufhalten. Decoppet und Ext haben volkstümliche bildliche Darstellungen der Vertikalwanderungen des Maikäfers und seiner Stadien veröffentlicht. Gelegentliche Beobachtungen lassen vermuten, daß Wärme und Feuchtigkeit der oberen Bodenschichten Vertikalbewegungen zur Folge haben können. Auch Häutung und Verpuppung sollen mit Tiefenwanderungen verbunden sein.

Die Frage, in welcher Tiefe sich jeweils der Engerling befindet, ist für den praktischen Pflanzenschutz von ausschlaggebender Bedeutung. Alle Maßnahmen, die sich unmittelbar gegen den Engerling richten, haben umso mehr Aussicht auf Erfolg, je leichter der Engerling erreichbar ist, je höher im Boden er sitzt. Hält sich der Engerling in größerer Bodentiefe auf, so ist er vor menschlichen Angriffen weitgehend geschützt.

Zahlenmaterial über die Wohntiefe der Engerlinge zu verschiedenen Jahreszeiten haben uns namentlich Reiset und Decoppet geliefert. Der letztere führte Messungen während einer ganzen, dreijährigen Entwicklungsdauer einer Generation aus. Über gelegentliche Beobachtungen der Wohntiefe berichten u. a. Blunck, Escherich, Feddersen und Kaysing. Den Einfluß der Feuchtigkeit auf die Wohntiefe beobachteten Meyer-Bahlburg, Plieninger, Raatz, Schaeffer und Vibert.

Wenn auch die Einzelbeobachtungen wertvolle Bausteine geliefert haben, so blieb das Gesamtbild über die Vertikalbewegung des Engerlings doch reichlich lückenhaft. Die Zahlenreihen von Decoppet konnten über deutsche Verhältnisse keinen Aufschluß geben, da sie unter den ganz anders gearteten klimatischen Bedingungen der Schweiz und nur für den Engerling mit dreijähriger Generationsdauer gewonnen waren. In Deutschland fehlten fortlaufende Untersuchungen während einer ganzen Generation bisher vollständig. Nur durch solche ununterbrochenen Beobachtungsreihen lassen sich aber die eingangs genannten Fragen — periodische Vertikalbewegung, Beziehung zu Bodenwärme und Feuchtigkeit, Zusammen-

hang mit Häutung und Verpuppung — einwandfrei beantworten. Es wurde deshalb versucht, durch langfristige Untersuchungen im Freiland einen Beitrag zur Schließung dieser Lücke zu liefern. Wenn möglich, sollten in die Untersuchung beide Maikäferarten mit unterschiedlichen Generationszeiten einbezogen werden; dies gelang nur bis zu einem gewissen Grade.

Die Untersuchungen wurden an folgenden Orten ausgeführt:

1. Forstamt Grimnitz, Revierförsterei Altenhof, Schorfheide. Jagen 157. Kiefernkultur auf Pflugstreifen aus 1933, mehrfach ausgebessert und stellenweise wiederholt. Boden anlehmiger Sand. Befallen mit *M. hippocastani* mit vierjähriger Generationsdauer (weiterhin als hip 4 bezeichnet). Flugjahr 1936. Beginn der Untersuchungen 8. Juni 1934, Ende 18. Mai 1938.

2. Forstamt Chorin, Regierungsbezirk Potsdam. Jagen 195. Kiefernkultur auf Pflugstreifen aus 1933. Boden anlehmiger Sand. Unmittelbar angrenzend die Feldmark des Dorfes Golzow. Schwach befallen mit *M. melolontha* mit vierjähriger Generationsdauer (mel 4). Flugjahr 1938. Beginn der Untersuchungen 27. September 1934, Ende 17. Oktober 1936.

3. Forstamt Lübbesee, Revierförsterei Sellentin, Landberger Heide. Jagen 54. Kiefernkultur auf Pflugstreifen. Stark befallen mit *M. hippocastani* mit fünfjähriger Generationsdauer (hip 5). Flugjahr 1939. Beginn der Untersuchungen 9. Mai 1935, Ende 13. Juli 1938.

Die Untersuchungen erstreckten sich somit auf *M. hippocastani* mit vier- und fünfjähriger Generationsdauer und auf *M. melolontha* mit vierjähriger Generationsdauer. Die *hippocastani*-Untersuchung in Altenhof konnte während einer ganzen Generationszeit, d. h. vier Jahre lang durchgeführt werden, die Waldmaikäferbeobachtung in Sellentin umfaßt die Zeit vom ersten Stadium bis zur Verpuppung.

Um die Wohntiefe der Engerlinge festzulegen, wurden auf den drei Versuchsflächen laufend Bodeneinschläge ausgeführt. Der Zeitabstand zwischen zwei Grabungen betrug im allgemeinen zwei Wochen; im Winter und gegen Ende der Untersuchungen konnte er länger gehalten werden. Die Bodeneinschläge waren 1 qm groß und meist 1 m tief; im Sommer, wenn die Engerlinge hoch lagen, betrug ihre Tiefe zuweilen nur 70 oder 50 cm. Wurden im ersten Bodeneinschlag nicht mindestens 10 Engerlinge gefunden, so wurde der Einschlag nach den Seiten erweitert bzw. in der Nachbarschaft ein zweiter, gegebenenfalls ein dritter Einschlag gemacht, bis mindestens 10 Engerlinge eingesammelt waren.

Von jedem Engerling wurde die Tiefe unter der Bodenoberfläche, in der er gefunden wurde, festgestellt. Außerdem wurden in Altenhof und Golzow die Wärme im Boden und die Bodenfeuchtigkeit ermittelt.

Die Bodentemperatur wurde in 2, 10, 20, 30 usw. bis 100 cm unter der Oberfläche gemessen. Die Messung geschah in folgender Weise: An einer senkrecht abgestochenen Wand des Bodeneinschlags wurden mit

einem Erdbohrer, dessen Durchmesser genau dem später einzuführenden Thermometerrohr entsprach, Löcher von 20 cm Länge horizontal in den genannten Tiefen eingebohrt. Dann wurde jeweils gleich nach dem Bohren ein Bodenthermometer mit 20 cm langem Stiel in das Loch eingeführt; die Quecksilberkugel befand sich also in 20 cm Abstand von der senkrechten Wand im Boden. Durch möglichst schnelles Arbeiten wurde eine Beeinflussung der Bodenwärme durch die Außentemperatur weitgehend vermieden.

Die Feuchtigkeit des Bodens wurde in der Weise ermittelt, daß in 2, 20, 40, 60, 80 und 100 cm Tiefe Bodenproben entnommen und im Institut kurze Zeit darauf gewogen wurden. Dann wurden die Bodenproben im Trockenschrank bei 105° C absolut trocken gemacht und erneut gewogen. Die Gewichtsdifferenz ergab den Wassergehalt, der in Prozenten bezogen auf das Absoluttrockengewicht ausgedrückt wurde.

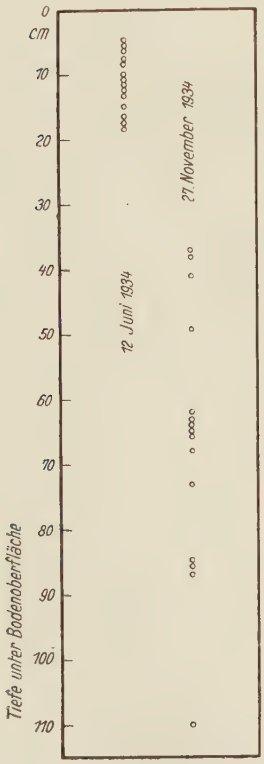


Abb. 5. Wohntiefe der Engerlinge zu verschiedenen Jahreszeiten. *M. hippocastani*. Altenhof

Von den eingesammelten Engerlingen wurden im Institut Gewicht, Volumen und Kopfkapselbreite ermittelt.

Diese letztgenannten Untersuchungen sowie das Material der Wärme- und Feuchtigkeitsbestimmungen sollen in anderen Arbeiten ausgewertet werden. In diesem Zusammenhang wird nur auf die Messungen der Wohntiefe eingegangen.

Insgesamt liegen dieser Veröffentlichung 176 zeitlich verschiedene Grabungen und 1922 Einzelmessungen der Wohntiefen aufgefundener Engerlinge zugrunde.

Die Grabungen wurden in Altenhof und Golzow von dem Laboranten des Instituts, H. Weiboldt, in Sellentin von dem zuständigen Revierförster, W. Weckwerth, ausgeführt[1]).

b) Vertikalverteilung in einem bestimmten Zeitpunkt

Regelmäßig fanden sich im gleichen Einschlag die Engerlinge in verschiedenen Tiefen. Zwei Beispiele für die Vertikalverteilung der Engerlinge im Boden bringt Abb. 5. Sie zeigt zweierlei: im Sommer (12. Juni 1934) sitzen die Engerlinge höher als im Winter (27. November 1934), sodann: die Vertikalausdehnung des von Enger-

[1]) Herrn Revierförster Weckwerth, Sellentin, sage ich auch an dieser Stelle für seine uneigennützige Mitarbeit an den Untersuchungen des Instituts meinen herzlichsten Dank.

lingen bewohnten Bodenraumes ist im Winter größer als im Sommer. Während der Vegetationszeit, wenn die Engerlinge sich oben aufhalten, sitzen sie dichter zusammen als im Winter. Auch eine Tatsache, die bei der Bekämpfung des Engerlings zu berücksichtigen ist.

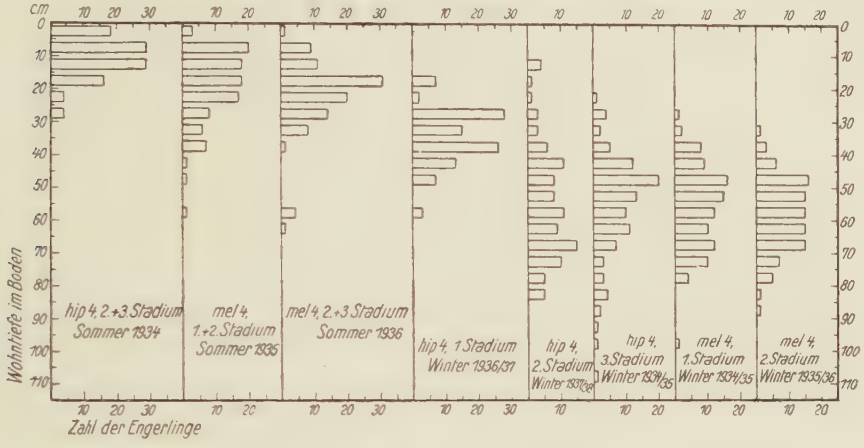


Abb. 6. Wohntiefe der Engerlinge

Diese an einem herausgegriffenen Beispiel gewonnene Erkenntnis wird erhärtet durch Abb. 6, in der für verschiedene Arten, Orte und Jahreszeiten die gefundenen Wohntiefen der Engerlinge in Gestalt von Variationskurven aufgezeichnet wurden. Die Zahlenangaben zu dieser Darstellung sind in Tabelle 10 zusammengestellt. Aus den sehr unterschiedlichen Werten für die mittleren Wohntiefen ist deutlich die Verschiedenartigkeit des Sommer- und Winteraufenthaltes zu ersehen. Ferner läßt sich die höhere Vertikalausdehnung der bewohnten Erdschicht im

Tabelle 10

Wohntiefe der Engerlinge

Jahreszeit	Art	Stadium	Ort	Zeit der Grabungen	Zahl der gefunden. Engerlinge	Wohntiefe Minimale	Wohntiefe Maximale	Variationsbreite	Mittl. Wohntiefe	Mittlere Abweichung
						cm	cm	cm	cm	σ
Sommer	hip 4	2 + 3	Altenhof	8. 6.—12. 10. 1934	136	2	29	27	12	± 6,3
„	mel 4	1 + 2	Golzow	22. 5.—27. 9. 1935	99	5	60	55	16	± 10,7
„	mel 4	2 + 3	Golzow	14. 5.— 1. 10. 1936	80	5	63	58	22	± 11,0
Winter	hip 4	1	Altenhof	15. 10. 1936—20. 3. 1937	61	18	58	40	35	± 8,6
„	hip 4	2	Altenhof	11. 10. 1937—22. 3. 1938	80	13	85	72	55	± 17,2
„	hip 4	3	Altenhof	26. 10. 1934—16. 4. 1935	158	20	110	90	56	± 15,8
„	mel 4	1	Golzow	14. 11. 1934—17. 4. 1935	129	30	98	68	56	± 12,5
„	mel 4	2	Golzow	10. 10. 1935—16. 4. 1936	101	32	90	58	59	± 10,9

Winter aus den meist größeren Variationsbreiten der beobachteten Wohntiefen und aus der meist höheren Abweichung von dem Mittelwert während der kalten Jahreszeit erkennen.

Trotz mancher Verschiedenheiten im einzelnen ist aus Tabelle 10 eine grundsätzliche Gleichartigkeit der Wohntiefen der Arten und Stadien zu erkennen. Diese im Prinzip vorhandene Gleichartigkeit muß natürlich Abwandlungen je nach den Verhältnissen erleiden. So können das Alter der Larven, ihr Ernährungszustand, der Pflanzenwuchs, die Witterung und damit die Erwärmung und Durchfeuchtung des Bodens, die Bodenstruktur, die Dichte des Bodens, die Höhe des Grundwasserstandes und des Grundgesteines die Tiefenlage beeinflussen. Abhängig von Ort und Zeit werden sich stets Unterschiede in der Wohntiefe finden lassen.

Eine merkwürdige Abweichung vom üblichen Verhalten konnte bei den Grabungen in Altenhof beobachtet werden. Während in der Vegetationszeit 1934 durchweg Wohntiefen zwischen 2 und 29 cm ermittelt wurden, fanden sich in Einschlägen am 13. Juli 1934 auf der gleichen Fläche die Engerlinge zwischen 16 und 94 cm. Die Tiefenverteilung der an diesem Tag gefundenen 69 Engerlinge im Vergleich zur sonstigen Wohntiefe der Vegetationszeit gibt Abb. 7 wieder. Im ersten Einschlag von 1 cbm Größe saßen die 46 gefundenen Engerlinge besonders tief und gehäuft an einer alten, in der Tiefe befindlichen Wurzel eines Baumes, die schon stark verfault war. Die Ursache für dieses auffallende Verhalten der Engerlinge an diesem Tag und an dieser Stelle ist nicht ersichtlich. Wirkte sich hier die Dürre des Frühjahres 1934 aus, auf die später noch einzugehen sein wird? Aber weshalb wurden dann in den Einschlägen am 2. und 25. Juli nicht ähnliche Wohntiefen gefunden? Oder spielte die Baumwurzel, deren Artzugehörigkeit leider nicht festgestellt wurde, eine Rolle? Verschiedene Autoren, z. B. Escherich, berichten, daß sie Engerlinge unter großen Baumwurzeln gehäuft gefunden haben; dabei handelte es sich aber — im Gegensatz zu meiner Beobachtung — regelmäßig um überwinternde Larven.

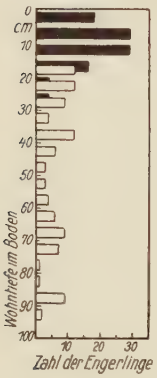


Abb. 7. Wohntiefe der Engerlinge in Einschlägen am 13. Juli 1934 (weiße Balken) und in Einschlägen während anderer Tage der gleichen Vegetationszeit (schwarze Balken) Altenhof

c) Wohntiefe verschiedener Stadien

Reiset fand während des Sommers junge Engerlinge in Tiefen von 6—35, im Mittel 10 cm, alte dagegen zwischen 1 und 70, im Mittel 17 cm tief. Die älteren Engerlinge lagen also tiefer als die jüngeren. Gleiches stellte er während der Überwinterung fest: die jungen lagen 6 bis 35, im Mittel 22 cm tief, die alten 6—90, im Mittel 37 cm tief. Feddersen ist der Ansicht, daß sich die Tiefe des Winterlagers nach

dem Alter der Larven richtet, und die jungen Engerlinge flacher liegen. Blunck fand im Februar 1938 in der Eifel die jungen Engerlinge zwischen 5 und 35, im Mittel bei 19 cm, die älteren zwischen 15 und 30, im Mittel bei 22 cm Tiefe; hier ist der Unterschied der Wohntiefe so gering, daß er nicht als gesichert gelten kann.

Aus Tabelle 10 ist ersichtlich, daß die mittlere Wohntiefe von mel 4 in Golzow im ersten Sommer nach dem Flugjahr 16 cm, im zweiten Sommer 22 cm betrug; die Variationsbreiten und die mittleren Abweichungen sind aber so groß, daß dieser Unterschied statistisch nicht gesichert ist. Die Überwinterungstiefe von hip 4 in Altenhof war im ersten Stadium deutlich flacher als in den beiden späteren Stadien. Dagegen überwinterte das erste Stadium von mel 4 in Golzow in genau der gleichen beachtlichen Tiefe wie das zweite Stadium.

Es scheint demnach so, daß die jungen Engerlinge häufig in höheren Bodenschichten sitzen und besonders flacher überwintern als die älteren, daß dies aber nicht die Regel zu sein braucht.

d) Wohntiefe an verschiedenen, benachbarten Orten

Ende Mai 1935 wurden in 40 verschiedenen Beständen der Revierförstereien Altenhof und Voigtswiese, Forstamt Grimnitz, insgesamt 299 Einschläge von 1 qm Größe und meist 50—70 cm Tiefe vorgenommen. Es sollte das zahlenmäßige Vorkommen der Engerlinge unter den verschiedenartigen Verhältnissen in den beiden Förstereien geprüft werden. Dabei wurde auch die Wohntiefe der gefundenen Larven ermittelt. Für alle Bestände, in denen eine größere Zahl Engerlinge gefunden wurde, sind die festgestellten Wohntiefen in Tabelle 11 angegeben.

Es sind erfaßt Kiefernbestände aller Altersklassen, von der fünfjährigen Kultur bis zum 103jährigen Altholz, über 100jährige Kiefernräumden und mittelalte Eichenstangenhölzer. In all diesen Beständen, die in einem Raum von rund 2000 ha beisammen liegen, ist die Wohntiefe der gefundenen Engerlinge recht gleichmäßig gewesen. Die mittleren Aufenthaltstiefen lagen meist zwischen 10 und 20 cm, die minimalen Wohntiefen zwischen 4 und 10, die maximalen zwischen 30 und 70 cm. Eine auffallende Ausnahme bildete Jagen 166b mit 37jähriger Kiefer, in dem die Engerlinge im Mittel 31 cm tief lagen. Die Bodenverhältnisse können für diese Erscheinung nicht verantwortlich gemacht werden; die Böden schwankten zwischen reinem Sand und strengem Lehm; im Jagen 166b bestand der Boden aus lehmigem Sand, einer Bodenart, in welcher in den anderen Jagen die normalen Wohntiefen gefunden wurden. Ich vermute, daß die Tieflage der Engerlinge im Jagen 166b mit der Beschattung des Bodens durch den dichten Bestand zusammenhing. Der Bestand gehörte zur zweiten Altersklasse, in der die älteren Dickungen und angehenden Stangenhölzer am dichtesten sind und den Boden am stärksten bedecken

Tabelle 11

Wohntiefe von Engerlingen (*M. hippocastani*) in verschiedenen Beständen der Förstereien Altenhof und Voigtswiese, Ende Mai 1935

Jagen Abteilung	Holzart	Alter	Ertragsklasse	Schlußgrad	Zahl der Engerlinge	Mittlere Wohntiefe in cm	Minimale Wohntiefe in cm	Maximale Wohntiefe in cm
166a	Kiefer	5	II/III	7	18	17	7	60
166b	„	37	II	9	11	31	10	70
155	„	58	II/III	9	36	14	5	40
163	„	58	II/III	9	7	15	10	30
185	„	58	II	9	7	18	5	30
167	„	73	I	7	45	19	5	41
208a	„	64	II	8	21	9	5	30
174	„	83	II/III	7	35	15	5	40
175a	„	83	III/IV	7	39	14	4	30
177	„	83	II	7	15	15	5	50
196	„	83	II	5	20	14	5	40
157b	„	103	II	8	45	17	4	50
166c	Kiefernräumde	148	II/III	4	28	21	5	60
173a	Kiefernräumde	118	II/III	4	24	13	5	68
178a	Kiefernräumde	120	II	4	28	23	7	45
156	Eiche	48	III	9	82	15	4	45
169c	„	56	II/III	9	17	18	10	40
187a	„	45	II/III	10	28	20	5	70

Die Vermutung wird dadurch bestärkt, daß auch in drei anderen Beständen der gleichen Altersklasse, in denen nur wenige Engerlinge gefunden wurden, die Wohnlage gleich tief war. Tabelle 12 gibt eine Gegenüberstellung der Wohntiefen in den einzelnen Altersklassen der Kiefernbestände, aus der deutlich die Ausnahmestellung der zweiten Altersklasse ersichtlich ist. Zwei Gründe sind für diese Erscheinung denkbar: entweder die dichte Bedeckung des Bodens hat seine jahreszeitliche Erwärmung so verzögert, daß die Engerlinge Ende Mai ihre im Frühjahr übliche Aufwärtsbewegung noch nicht beendet hatten, oder — was wahrscheinlicher ist — die Boden-

Tabelle 12

Wohntiefe der Engerlinge (*M. hippocastani*) in verschiedenen Kiefern-Altersklassen, Altenhof und Voigtswiese, Ende Mai 1935

Altersklasse Jahre	Zahl der Bestände	Zahl der Engerlinge	mittlere Wohntiefe in cm	minimale Wohntiefe in cm	maximale Wohntiefe in cm
1— 20	1	18	17	7	60
21— 40	4	15	32	10	70
41— 60	4	53	15	5	40
61— 80	3	67	15	5	41
81—100	7	125	14	4	50
101—120	1	45	17	4	50

vegetation ist infolge der Beschattung so gering, daß die Larven meist an den tiefer streichenden Kiefernwurzeln sitzen.

e) Überwinterungstiefe an verschiedenen, weit entfernten Orten

Die Grenze für die Überwinterungstiefe wird durch natürliche Hemmnisse, wie Grundwasser, anstehendes Gestein, Ortstein oder feste Lehmschichten, gesetzt. Darüber hinaus ist offenbar das Klima bzw. die Winterkälte maßgebend für die Wohntiefe im Winter. In Tabelle 13 sind einige von verschiedenen Autoren angegebene, mittlere Überwinterungstiefen von Engerlingen in verschiedenen Ländern Europas zusammengestellt. Man erkennt deutlich das Zunehmen der Wohntiefe nach dem kontinentalen

Tabelle 13

Mittlere Überwinterungstiefe der Engerlinge in verschiedenen Ländern Europas

Autor:	Decoppet 1920	Reiset 1867	Theobald 1927	Blunck 1938	Schwerdtfeger 1939	Poloshenzeff 1932
Land:	Westliche Schweiz	Frankreich	England	Westdeutschland	Ostdeutschland	Rußland
Mittlere Überwinterungstiefe in cm	25—30	22—37	23—31	19—22[1])	35—60	45—250

Osten hin. Die Erklärung ist darin zu sehen, daß die Larven durch ihre Tiefenwanderung Schutz vor dem Kältetod suchen, der bei etwa —4° C eintritt (Schwerdtfeger): die nach dem Osten Europas kälter werdenden Winter zwingen die Engerlinge, in größere Tiefen zu gehen.

f) Jahreszeitliche Änderungen der Wohntiefe

Wir kehren zu unseren Grabungen auf den drei Versuchsflächen zurück.

Bei der Darstellung der zeitlichen Änderungen der Wohntiefe wurden nur die Mittelwerte der bei jedem Einschlag gemessenen Tiefen verwendet. Eine Berücksichtigung der Einzelmessungen und somit eine Darstellung der tatsächlichen Vertikalverteilung zu den verschiedenen Zeiten hätte wegen der großen Zahl der Einzelangaben unübersichtliche Bilder gegeben. Es bleibt zu beachten, daß bei der folgenden Angabe einer Wohntiefe von beispielsweise 20 cm nur das Mittel gemeint ist; der tatsächliche Wohnraum erstreckte sich vertikal in mehr oder weniger weiten Grenzen um dieses Mittel.

Das Gesamtergebnis der in Altenhof, Sellentin und Golzow durchgeführten Grabungen ist, soweit es sich auf die Wohntiefe bezieht, in Abb. 8 niedergelegt. Auf der Ordinate sind die Wohntiefen in Zenti-

[1]) Flachgründige Böden.

meter unter der Erdoberfläche, auf der Abszisse die Zeit in Kalenderjahren und Monaten verzeichnet. Die bei jeder Grabung gefundenen mittleren Wohntiefen sind durch Punkte gekennzeichnet; ihre Verbindungslinien deuten die Vertikalbewegung des Engerlings im Laufe der Untersuchungsjahre an.

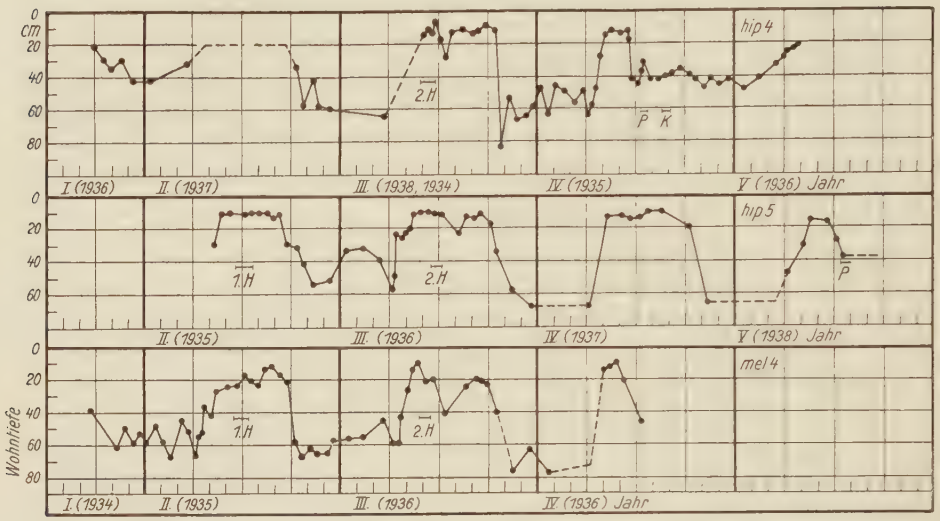


Abb. 8. Änderung der Wohntiefe des Engerlings im Lauf seiner Entwicklung. hip 4: *M. hippocastani* mit 4jähriger Entwicklungsdauer in Altenhof. hip 5: *M. hippocastani* mit 5jähriger Generationsdauer in Sellentin. mel 4: *M. melolontha* mit 4jähriger Generationsdauer in Golzow. 1. H. bzw. 2. H.: erste bzw. zweite Häutung. P: Verpuppung. K: Schlüpfen des Käfers

Für hip 4 (Altenhof) beginnt die Darstellung mit dem letzten Viertel des I. Kalenderjahres seines Lebens, sie geht über die beiden Häutungen, Verpuppung und Käferentwicklung bis kurz vor dem Auskriechen des Käfers aus dem Boden Ende April des V. Kalenderjahres. Die zeichnerische Darstellung entspricht nicht dem tatsächlichen zeitlichen Verlauf der Grabungen. Die Untersuchungen wurden während der zweiten Häutung im Juni 1934 begonnen und bis zum Auskriechen des Käfers im April 1936 fortgeführt; sie wurden dann einige Monate, während der Flug-, Ei- und ersten Larvenzeit, unterbrochen, im September 1936 mit dem ersten Stadium der neuen Generation wieder aufgenommen und im April 1938 beendet. Die Darstellung umfaßt also je ein Teilstück zweier aufeinanderfolgender Generationen; der besseren Übersicht halber wurden diese Teilstücke wie eine zusammenhängende Generation gezeichnet. Der Einschnitt zwischen den beiden Teilstücken liegt im 2. Quartal des III. Kalenderjahres der Entwicklung.

Die Darstellung der Grabungsergebnisse in Sellentin (hip. 5) beginnt mit dem ersten Stadium im 2. Vierteljahr des II. Kalenderjahres, kurz vor der ersten Häutung, und setzt sich bis zur Verpuppung im V. Kalenderjahr fort.

Bei mel 4 (Golzow) setzen die Grabungen im 3. Quartal des I. Kalenderjahres mit dem ersten Engerlingsstadium bald nach dem Schlüpfen aus dem Ei ein und enden mit dem 3. Stadium im Oktober 1936, im III. Kalenderjahr. Da vielfach neben den Engerlingen dieser Generation solche einer um ein Jahr älteren Generation gefunden und deren Wohntiefen ebenfalls festgestellt wurden, war es möglich, die Darstellung um ein Jahr, bis kurz vor der Verpuppung im IV. Kalenderjahr aus diesen nebenher gemachten Beobachtungen zu erweitern. Tatsächlich handelt es sich aber bei den vom November des III. bis Juli des IV. Kalenderjahres gemachten Aufzeichnungen um eine andere Generation.

Die Übereinstimmung der drei Kurven ist groß. Die Kurve von hip 5 weist gegenüber den beiden vierjährigen Generationen nur ein weiteres Engerlingsjahr auf, in dem sich die Larve nicht anders verhält wie in den vorhergehenden Jahren oder dem II. oder III. Kalenderjahr der vierjährigen Entwicklung. Deutlich ist überall der Unterschied zwischen dem Aufenthalt nahe der Bodenoberfläche während der Vegetationszeit und der tiefen Lage im Winter zu erkennen. Neben diesen stärkst ausgeprägten Vertikalwanderungen im Frühjahr und Herbst zeigen sich andere, kleinere Änderungen der Wohntiefe, über die später noch zu sprechen sein wird. Interessant ist bei hip 4 und mel 4 im IV., bei hip 5 im V. Kalenderjahr der kurze Anstieg nach der Überwinterung und das baldige Wiederabsteigen zur Verpuppung.

Wie oben bereits erwähnt, hat Decoppet in der Schweiz laufende Ermittlungen der Wohntiefe während einer ganzen Generation angestellt. Die Messungen, die sich auf eine dreijährige Entwicklungsdauer beziehen, sind in Abb. 9 graphisch zusammengestellt. Obwohl die Einzelmessungen zeitlich weiter auseinanderliegen als meine Untersuchungen und somit ein ganz lückenloses Bild nicht zu erzielen ist, zeigt sich deutlich die grundsätzliche Übereinstimmung mit dem Verhalten des Engerlings in Deutschland. Charakteristische Unterschiede sind die Verkürzung der Gesamtentwicklung um ein Jahr und die geringen Schwankungen der Kurve zwischen Winter und Sommer: im wärmeren Klima der westlichen Schweiz überwintern die Engerlinge in höheren Bodenschichten als in meinem Untersuchungsgebiet, in Ostdeutschland.

Abb. 9. Änderung der Wohntiefe des Engerlings nach Decoppet 3jährige Generationsdauer. Waadt, Schweiz

Über den Zeitpunkt, in dem die großen Vertikalwanderungen im Frühjahr und Herbst stattfinden, gibt Tabelle 14 Auskunft.

Die Daten der Auf- bzw. Abwärtsbewegung geben ungefähr den Zeitpunkt an, zu dem die Population die Mitte zwischen Winter- und Sommerlage erreicht hat, in dem also die Vertikalbewegung im vollen Gange ist. Diese Maxima der Aufwärtsbewegung lagen in den Untersuchungsjahren zwischen

dem 15. April und 15. Mai, die Höhepunkte der Abwärtsbewegung zwischen dem 15. September und 15. Oktober, soweit die nahende Verpuppung nicht einen früheren Abstieg auslöste. Die Zeitdauer, während deren sich die Engerlinge in den oberen Bodenschichten aufhielten, schwankte zwischen 120 und 170 Tagen und betrug im Mittel 150 Tage oder 5 Monate (Mai bis einschließlich September). Vor der Verpuppung gingen die Engerlinge schon zwischen dem 25. Juni und 5. Juli in die Tiefe; sie waren dann nur 60 Tage oder 2 Monate oben.

Tabelle 14

Daten der Vertikalwanderung im Frühling und Herbst

Art	Kalenderjahr der Entwicklung	Jahr	Zeitpunkt der Aufwärts-bewegung	Zeitpunkt der Abwärts-bewegung	Zeitdauer der Hochlage in Tagen	Bemerkungen
mel 4	II	1935	5. 5.	25. 9.	140	
	III	1936	5. 5.	5. 10.	150	
hip 4	I	1936	—	5. 10.	—	
	III	1938/34	—	15. 10.	—	
	IV	1935	25. 4.	25. 6.	60	Verpuppung
hip 5	II	1935	15. 5.	15. 9.	120	
	III	1936	15. 4.	5. 10.	170	
	IV	1937	25. 4.	15. 10.	170	
	V	1938	5. 5.	5. 7.	60	Verpuppung

Die Zeit der Auf- und Abwärtsbewegung, die in Tabelle 14 mit einem einzigen Datum gekennzeichnet wurde, ist in Wirklichkeit beträchtlich lang. Der Zeitraum, innerhalb dessen sich die mittlere Wohntiefe von der Winter- und Sommerlage und umgekehrt verschiebt, währt mehrere, etwa 3—8 Wochen. Die Wanderung nach oben oder unten erfolgt also nicht schlagartig; es fängt erst der eine, dann der andere Engerling zu wandern an. Eintretende Hemmnisse können die Wanderung aufhalten. Nur der Abstieg zur Verpuppung scheint ziemlich schnell zu erfolgen: 1935 dauerte er nur 12 Tage, 1938 etwa 15 Tage. Davon abgesehen muß aber mit viel längeren Zeiten gerechnet werden. Sie werden verschieden sein nach der Größe des Engerlings, da der kleine mehr Zeit zur Durchwanderung einer bestimmten Strecke braucht als der größere, ferner nach der Bodendichte und dem bei der Wanderung zu überwindenden Widerstand, und schließlich auch nach der Temperatur; namentlich Temperaturrückschläge im Frühjahr werden die Aufwärtsbewegungen verzögern können.

Weshalb im einzelnen die in Tabelle 14 genannten Daten der Vertikalbewegung Unterschiede von immerhin 30 Tagen aufweisen, ist nicht ohne weiteres erklärlich. Man könnte beim Aufstieg in erster Linie an die Temperaturverhältnisse des Frühjahrs denken, die in verschiedenen Jahren

sicherlich unterschiedlich waren. Aber auch in den gleichen Jahren finden sich an verschiedenen Orten beträchtliche Unterschiede. So stieg mel 4 im II. und III. Kalenderjahr seiner Entwicklung in den Jahren 1935 und 1936 gleichmäßig am 5. Mai aufwärts; hip 5 wanderte dagegen in den gleichen Entwicklungsstadien 1935 später (am 15. Mai), 1936 viel früher (am 15. April) nach oben. Ähnliche Unterschiede finden sich in gleichen Jahren auch bei der Abwärtsbewegung. Letztere ist nicht abhängig vom Zeitpunkt der vorangegangenen Wanderung nach oben; man könnte denken, daß bei frühem Aufstieg im Frühling auch der Abstieg im Herbst früher erfolgen würde. Das ist nicht der Fall. Bei hip 5 folgt 1935 dem sehr späten Anstieg am 15. Mai ein besonders früher Abstieg am 15. September, 1937 dagegen dem relativ frühen Anstieg am 25. April ein später Abstieg am 15. Oktober. Hier werden wahrscheinlich die Witterungs- und Ernährungsverhältnisse während der Vegetationszeit eine wichtige Rolle spielen. Ein Vergleich mit Großwitterungsdaten läßt keine klaren Beziehungen erkennen. Im Jahre 1935 herrschte während der Vegetationszeit (Mai bis September) in Eberswalde[1]) eine mittlere Lufttemperatur von 17,1°C; im gleichen Jahre hielten sich die Engerlinge auf den Versuchsflächen 120 und 140 Tage in den oberen Bodenschichten auf. Im folgenden Jahr 1936 war die Mitteltemperatur um ein Grad geringer, sie betrug 16,1°C; die Hochlage währte 150 und 170 Tage. Es scheint demnach so, als ob bei kühler Witterung die Engerlinge länger in den oberen Bodenschichten verweilen und erst in die Tiefe wandern, wenn eine bestimmte Wärmesumme erreicht ist. Im Jahre 1937 ist allerdings die Mitteltemperatur wieder 17,1°C und trotzdem bleiben die Engerlinge 170 Tage oben. Ein solch grober Vergleich, der weder die örtlichen Gegebenheiten, die Bodentemperatur noch das Alter der Larven berücksichtigt, kann somit keinen rechten Schluß liefern. Um diese Fragen zu klären, wird es mehr ins einzelne gehender Untersuchungen bedürfen.

g) Temperatur und Vertikalbewegung

Die laufenden Temperaturmessungen im Boden ermöglichten die Feststellung, bei welcher Bodenwärme der An- und Abstieg der Larven im Frühjahr und Herbst erfolgte. In Tabelle 15 sind die in den einzelnen Bodenschichten gemessenen Temperaturen während der Zeiträume zusammengestellt, in denen im Frühjahr 1935 der Aufstieg von hip 4 in Altenhof und in den Frühjahren 1935 und 1936 die Aufwärtsbewegung von mel 4 in Golzow erfolgte. Die Temperaturen der Bodenschichten, welche den jeweiligen mittleren Wohntiefen der Engerlinge entsprechen, sind fett gedruckt. Man sieht, daß der Aufstieg bei beiden Arten dann erfolgte, wenn die Bodenschicht, in der sich die Larven aufhielten, etwa 7—10°C erreicht hatte.

[1]) Die Witterungsdaten wurden mir in dankenswerter Weise vom Meteorologischen Institut der Forstlichen Hochschule Eberswalde zur Verfügung gestellt.

Tabelle 15

Bodentemperatur und Aufstieg des Engerlings im Frühjahr

a) hip 4, Altenhof, 1935

Tiefe cm	Datum 13. 3.	27. 3.	4. 4.	12. 4.	16. 4.	26. 4.	3. 5.	17. 5.
10	— 0,8	5,5	5,0	7,0	5,7	11.7	**7,3**	**6.6**
20	0,1	5.2	4,5	6,6	5,5	10,9	6,0	6,7
30	0,5	4,9	4,1	6,6	5,4	**10.6**	6.4	6,8
40	0,8	4,8	3,7	6,5	6,0	10,5	6.8	7.0
50	**1,1**	**4.6**	3,9	6,3	**5,9**	10,1	7,0	7,2
60	1,4	4,4	**4,1**	**6.1**	5,9	9,8	7,4	7,4
70	1,6	4,4	4,3	5.6	5,9	9,3	7,5	7,6

b) mel 4, Golzow, 1935

Tiefe cm	Datum 26. 3.	5. 4.	11. 4.	17. 4.	29. 4.	7. 5.	22. 5.	6. 6.
10	6,0	2,5	10,5	6,6	9,7	11,0	12,8	14,5
20	5,9	3,0	8,7	6.5	9,8	10,1	11,0	**14.0**
30	5,5	3,4	8,2	6,5	9,9	10,0	**10.6**	13.8
40	5,1	3,5	7,5	6,4	**10.0**	**9.8**	10,5	13.5
50	**5,1**	3,6	7,2	**6,1**	9,7	9,6	10,5	13,0
60	5,0	3,7	**6,6**	6,0	9,5	9,4	10,2	12.5
70	5,0	3,9	6,5	5,8	9,1	9,1	10,0	12,0

c) mel 4, Golzow, 1936

Tiefe cm	Datum 24. 2.	24. 3.	8. 4.	16. 4.	27. 4.	4. 5.	14. 5.	28. 5.
10	— 0,3	5,1	5,4	13,0	7,4	17,3	**12.9**	**15,2**
20	0,0	5,3	5,7	11,0	7,5	15,0	12,5	14,6
30	0,5	5,5	6,0	9,0	7,7	**12,0**	12,2	14.6
40	0,7	**5,5**	6,0	8,2	**7,6**	11,0	12,1	14,4
50	1,0	5,4	6,1	7,6	7,7	10,0	12,1	14,0
60	**1,3**	5,2	**6,1**	**7,5**	7.5	10,0	12,1	13,5
70	1,5	5,0	6,1	7,0	7,4	9.4	12.0	13.3

In gleicher Weise sind in Tabelle 16 die Bodentemperaturen während der Zeit des Abstieges zusammengestellt, und zwar für hip 4 im Herbst 1936, für mel 4 im Herbst 1935 und 1936. Man erkennt, daß der Abstieg erfolgt, wenn die Temperatur der Wohnschicht etwa 10—11° C beträgt.

Zu etwa den gleichen Zahlen gelangte Reiset, der den Abstieg im Herbst bei ungefähr 10°, den Aufstieg im Frühling oberhalb 7° einsetzen läßt.

Mit diesen Feststellungen ist nicht erwiesen, daß ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Bodentemperatur und Aufsuchen der Sommer- oder Winterlage besteht. Es ist wahrscheinlich, daß die Temperatur wenigstens ein auslösender Faktor bei der Vertikalwanderung ist; gelegentliche Beobachtungen im Laboratorium sowie Gewichtsmessungen im Freiland legen aber die Vermutung nahe, daß daneben noch andere Faktoren, wie ererbte Arteigentümlichkeit und vielleicht auch physiologische Prozesse im Engerlingskörper eine maßgebliche Rolle spielen. Zur Klärung dieser Fragen sind Untersuchungen im Laboratorium vonnöten.

Tabelle 16

Bodentemperatur und Abstieg des Engerlings im Herbst

a) hip 4, Altenhof 1936

Tiefe	Datum			
cm	28. 9.	15. 10.	30. 10.	17. 11.
10	10,2	7,0	6,0	2,0
20	**10,7**	7,0	6,3	2,7
30	11,0	**7,4**	**7,0**	**3,4**
40	11,5	7,8	7,2	4,3
50	11,8	8,2	7,5	5,0

b) mel 4, Golzow 1935

Tiefe	Datum					
cm	15. 8.	29. 8.	13. 9.	27. 9.	10. 10.	24. 10.
10	**17,0**	**18,3**	15,8	11,5	10,9	6,6
20	16,6	18,1	**16,0**	**11,5**	11,0	7,1
30	16,3	18,0	16,0	11,9	11,5	7,5
40	16,1	17,7	15,7	12,3	11,9	8,1
50	16 0	17,4	15,5	12,7	12,4	8,5
60	16,0	16,7	15,3	13,0	**12,6**	9,0
70	15,8	16,6	15,1	13,3	12,6	**9,4**

c) mel 4, Golzow 1936

Tiefe	Datum			
cm	8. 9.	24. 9.	1. 10.	17. 10.
10	18,7	15,3	10,4	9,5
20	**16,4**	**14,9**	**9,9**	9,2
30	15,1	14,9	10,0	8,9
40	15,3	14,9	10,4	**8,7**
50	15,5	14,8	10,9	9,0
60	15,5	14,8	11,5	9,1

Ist im Frühjahr die sommerliche Wohnhöhe bzw. im Herbst die Überwinterungstiefe eingenommen, so scheint die Temperatur keinen wesentlichen Einfluß mehr auf Vertikalwanderungen des Engerlings auszuüben. Zwar schwankt die Kurve der Wohntiefen im Winter beträchtlich; dies dürfte auf die relativ geringe Zahl der Einzelwerte bei der Mittelbildung und der namentlich im Winter größeren Schwankung dieser Einzelzahlen zurückzuführen sein, was beides das errechnete Mittel mit einem Fehler behaftete. Dieser Fehler ist im Winter größer als im Sommer, wo vielfach die Zahl der Einzelmessungen größer und die bewohnte Bodenschicht nicht so breit war. Ich halte es für unwahrscheinlich, daß der Engerling, der seinen Überwinterungsort bezogen und seine Lebensprozesse stark eingeschränkt hat, Vertikalwanderungen vornimmt und etwa bei stärker einsetzender Kälte — wie Raspail und Decoppet annehmen — in noch größere Tiefen zieht, zumal er dann meist in Kältestarre gefallen sein wird (vgl. auch Schwerdtfeger, 1939). Auch im Sommer ist ein nachweisbarer Einfluß der Temperatur auf die Wohntiefe nicht zu erkennen; mittelbar spielt hohe Wärme allerdings eine Rolle, indem sie zur Austrocknung der oberen Bodenschicht beiträgt.

b) Feuchtigkeit und Vertikalbewegung

Bei Austrocknung der oberen Bodenschichten ziehen sich die Engerlinge in die Tiefe zurück (Vibert, Ratzeburg, Plieninger, Schaeffer, Meyer-Bahlburg). Jedoch kann der Engerling im Gegensatz zu anderen erdbewohnenden Insektenlarven, etwa den empfindlichen Drahtwürmern, starke Feuchtigkeitsschwankungen ohne Schaden ertragen; gegen Austrocknung ist er sehr widerstandsfähig (Subklew). Es kann deshalb nicht erwartet werden, daß die Bodenfeuchtigkeit einen beträchtlichen Einfluß auf seine Vertikalbewegung ausübt. Nur stärkste Austrocknung der oberen Bodenschichten hat ein Absinken der Wohntiefe zur Folge. Den zahlenmäßigen Beweis für diese Vermutung bringt Tabelle 17. In Tabelle 17a sind die Wohntiefen von hip 4 während des Sommers 1934 in Beziehung gesetzt zum Wassergehalt der oberen Bodenschichten. Bis Anfang Juli wurden normale Wohntiefen zwischen 6 und 17 cm gefunden; am 13. Juli war die mittlere Wohntiefe plötzlich auf 28 cm abgesunken. Der Boden war sehr ausgetrocknet und enthielt bis zu 20 cm Tiefe nur 2% Wasser; bei den früheren Grabungen waren zwischen 3 und 9% gefunden worden. Die Prozentzahlen beziehen sich auf absolut trockenen Boden; wassergesättigt war der Boden bei etwa 20% Wassergehalt. Bei der nächsten Grabung am 25. Juli war der Boden nach Regenfällen wieder durchfeuchtet und enthielt 6—9% Feuchtigkeit; die Engerlinge waren wieder auf 13 cm hoch gewandert. In Tabelle 17b sind bei mel 4 die Wohntiefen allgemein relativ niedrig. Bemerkenswert ist der Aufstieg der Engerlinge zwischen dem 30. Juli und 15. August, nachdem Regenfälle die Bodenfeuchtigkeit von 3—4 auf 4—8% erhöht

hatten. Am 3. Juli hielten sich die Engerlinge in einer Zone auf, die 3% Feuchtigkeit aufwies, während die höheren und tieferen Schichten nur 2% Wassergehalt zeigten.

Tabelle 17
Bodenfeuchtigkeit und Vertikalbewegung
a) hip 4, Altenhof, 1934

	Datum										
	8. 6.	12. 6.	18. 6.	25. 6.	2. 7.	13. 7.	25. 7.	13. 8.	5. 9.	15. 9.	29. 9.
Tiefe des Engerlings cm .	14	11	13	6	17	**28**	13	11	13	12	9
Bodenfeuchte in 2 cm .	—	6	3	5	—	—	9	4	8	6	5
Bodenfeuchte in 10 cm .	9	6	4	6	5	2	6	5	8	6	4
Bodenfeuchte in 20 cm .	6	5	3	—	4	2	6	6	8	6	5
Bodenfeuchte in 30 cm .	—	—	—	—	3	2	—	—	—	—	—

b) mel 4, Golzow, 1935

	Datum									
	22. 5.	6. 6.	21. 6	3. 7.	19 7.	30. 7.	15. 8.	29. 8	13. 9.	27. 9.
Tiefe des Engerlings cm . . .	26	24	24	17	21	24	13	12	17	21
Bodenfeuchte in 2 cm . . .	6	4	9	2	—	4	8	3	6	8
Bodenfeuchte in 20 cm . . .	5	3	8	3	—	3	4	5	5	4
Bodenfeuchte in 40 cm . . .	4	4	6	2	—	3	4	4	4	4

Der Schluß dürfte berechtigt sein, daß die Engerlinge Austrocknung des Bodens bis auf 3% Wassergehalt reaktionslos ertragen. Sinkt die Bodenfeuchte unter 3%, so wandern die Engerlinge in feuchtere, meist tiefere Bodenschichten ab. Zwei Gründe dürften dafür maßgeblich sein: einmal besteht trotz der Widerstandsfähigkeit des Tieres bei sehr starker Trockenheit die Gefahr schädlichen Feuchtigkeitsverlustes, und zweitens stößt in dürrem Boden die Fortbewegung auf Schwierigkeit, da sie eine gewisse Bindigkeit der Bodenteilchen zur Voraussetzung hat.

i) Häutung, Verpuppung und Vertikalbewegung

Manche Autoren (z. B. Ratzeburg, Plieninger, Escherich) sind der Ansicht, daß der Engerling zu den Häutungen tiefer in den Boden gehe. Diese Meinung konnte nicht bestätigt werden. Schon der Verlauf der Wohntiefenkurven zeigt kein Absinken zu den Zeiten der Häutungen. Einzelmessungen bei hip 4 ließen erkennen, daß in der Zeit vom 8. bis 28. Juni 1934 die Wohntiefen von 50 nicht in Häutung befindlichen Larven 10,6 cm betrug; 8 Engerlinge, die sich beim Auffinden gerade häuteten bzw. unmittelbar nach der Häutung neben der Exuvie lagen, saßen ebenfalls im Mittel in 10,6 cm Tiefe. Dieses (zufällig) genau übereinstimmende Ergebnis zeigt, daß sich die Engerlinge in normalen

Wohntiefen häuten und zur Häutung nicht tiefer in die Erde wandern.

Zur Verpuppung geht der Engerling in die Tiefe, allerdings nicht, wie Rösel und nach ihm viele andere Autoren angenommen haben, „tiefer als je zuvor". Die Verpuppungstiefe liegt zwischen der sommerlichen Höhe und der Überwinterungstiefe und betrug:

bei hip 4 in Altenhof . . 19—60 cm, im Mittel 39 cm
bei hip 5 in Sellentin . . 21—60 cm, im Mittel 38 cm.

Im einzelnen wird auf diese Verhältnisse in einer besonderen Arbeit über die Maikäferpuppe zurückzukommen sein. Das gleiche gilt für den im Boden überwinternden Käfer, dessen Wohntiefe in diesem Zusammenhang nicht bearbeitet werden soll. Ein Hinweis sei gestattet auf Abb. 8, aus der das allmähliche Ansteigen der Käferlage von Ende Januar bis Anfang April sehr schön zu erkennen ist; dieses schon von Ratzeburg beobachtete, später aber bezweifelte allmähliche Höherwandern des überwinternden Käfers konnte somit bestätigt werden.

6. Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Die Lauftechnik des Engerlings wird in 12 charakteristischen Phasen bildlich dargestellt und erläutert.

2. Die Engerlinge zeigten im Versuch beträchtliche individuelle Unterschiede in der Laufgeschwindigkeit und dem Einschieben von Ruhepausen bei ihrer Wanderung.

3. Die Wandergeschwindigkeit, das ist die durchschnittlich in der Zeiteinheit zurückgelegte Strecke, ändert sich proportional dem Körpergewicht und der Körpergröße des Engerlings.

4. Die lokomotorische Aktivität ist am höchsten zwischen 16 und 24° C; geringere und höhere Temperaturen schwächen sie ab.

5. Die Geschwindigkeit der Horizontalausbreitung, das ist die Verlegung des Standorts in der Horizontalebene von einem bestimmten Ausgangspunkt aus, nimmt infolge der ziellosen Wanderung der Engerlinge ständig ab. In seinem gesamten Leben vermag ein Engerling seinen Standort horizontal nur um wenige Meter zu verschieben.

6. Die jungen Larven sitzen und überwintern häufig in höheren Bodenschichten als die älteren; eine Regel liegt aber nicht vor.

7. Die Überwinterungstiefe nimmt vom Westen nach dem Osten Europas zu.

8. Die Vertikalbewegung des Engerlings wird auf Grund von Messungen dargestellt, die mehrere Jahre hindurch, zum Teil während einer ganzen Generationsdauer fortgeführt wurden.

9. Die Maxima der Aufwärtsbewegung im Frühjahr lagen zwischen dem 15. April und 15. Mai, die der Abwärtsbewegung im Herbst zwischen dem 15. September und 15. Oktober.

10. Die Engerlinge halten sich im Mittel 5 Monate (Mai bis September) in den oberen Bodenschichten auf, im Verpuppungsjahr nur zwei Monate.

11. Der Aufstieg im Frühjahr erfolgte, wenn die Wohnschicht eine Temperatur von 7 bis 10° C erreicht hatte; der Abstieg im Herbst setzte bei einer Temperatur von 10 bis 11° in der bewohnten Schicht ein.

12. Sank die Feuchtigkeit der Wohnschicht unter 3% (absolut), so wanderten die Engerlinge in feuchtere, meist tiefere Bodenschichten ab.

13. Zur Häutung geht der Engerling nicht tiefer in die Erde.

14. Die Verpuppung findet in einer Tiefe statt, die zwischen der Sommer- und Wintertiefe liegt und 35 bis 40 cm betrug.

7. Schrifttum

Blunk, H., Über die Möglichkeiten zur Bekämpfung der Maikäferengerlinge mittels landwirtschaftlicher Kulturmaßnahmen. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz 48, 1938, S. 259—268.

Decoppet, M., La destruction des vers blancs dans les pépinières forestières. Bern 1912.

— — Le Hanneton. Lausanne-Genf 1920.

Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. 2. Bd. Berlin 1923.

Ext, W., Praktische Erfahrungen über Abwehr und Bekämpfung des Maikäferengerlings in Schleswig-Holstein. Landesbauernschaft Schleswig-Holstein, Folge 8, 1937.

Feddersen, Die Kiefer und der Maikäfer im Forstmeisterbezirk Marienwerder-Osche. Denkschrift 1890.

Grunert, J. Th., Bericht über eine Schrift von Krohn, Die Vertilgung des Maikäfers und seiner Larve. Forstl. Blätter 1864, S. 197—198.

Kaysing, Der harmlose Maikäfer. Neubrandenburg 1931.

Kienitz, M., Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung des Maikäfers. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen 24, 1892, S. 99—109.

— — Fortbewegung des Engerlings. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen 27, 1895, S. 44—45.

Kleine, R., Engerlingsschaden. Wochenbl. Landesbauernschaft Pommern 3, 1936, S. 1192. Zitiert nach Blunck, 1938.

Leisewitz, W., Über chitinöse Fortbewegungsapparate einiger (insbesondere fußloser) Insektenlarven. München 1906.

Meyer-Bahlburg, Engerlingsbekämpfung durch planmäßige Schälarbeit. Dtsch. Landw. Presse 63, 1936, S. 425.

Plieninger, Th., Gemeinfaßliche Belehrung über die Maikäfer und ihre Verheerungen sowie die geeigneten Mittel dagegen. Stuttgart 1868.

Poloshenzeff, P., Die Ergebnisse der Untersuchungsarbeiten über den Maikäfer (*M. hippocastani* F.) und andere Forstschädlinge im Versuchsrevier Borowoje. Resultate der Versuchstätigkeit des Versuchsreviers Borowoje für die Jahre 1903—1928. Samara 1932. Nach dem Referat in Ztschr. f. ang. Entomologie 23, 1937, S. 502—503.

Raatz, Mitteilungen über das Auftreten und die Vertilgung des Maikäfers im Forstgarten zu Chorin und seiner nächsten Umgebung von 1862—1891. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen 23, 1891, S. 581—599.

Raspail, X. Remarques sur le développement du Hanneton (*Melolontha vulgaris*) et son séjour sous terre à l'état d'Insecte parfait. Bull. Soc. zool. France 1981, p. 271—275.

Ratzeburg, J. T. C., Die Forstinsekten. 1. Bd. Berlin 1837.

Reiset, M. J. Mémoire sur les dommages causés à l'agriculture par le hanneton et sa larve; mesures à prendre pour la destruction de cet insecte. Compt. rend. Séances de l'Academie des Sciences 65, Paris 1867, p. 1125—1138.

Rösel, A. J., Der allenthalben bekannte Mayen-Kefer mit seiner Erzeugung, Wachstum und Verwandlung vom Ey an. Nürnberg 1749.

Schaeffer, Ein die Maikäferlarve tötender Pilz (*Botrytis tenella*). Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen 25, 1893, S. 85—90.

Schwerdtfeger, F., Über den Einfluß der Winterkälte auf den Maikäfer-Engerling. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz 49, 1939, S. 95—106.

Subklew, W., Beziehungen zwischen der Lebensfähigkeit der Larven von *Melolontha melolontha* L. und *Melolontha hippocastani* F. und dem Salzgehalt des Außenmediums. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen 67, 1936. S. 145—162.

— — Zur Morphologie der Larve von *Melolontha hippocastani* F. Arch. f. Naturgesch., N. F., 7, 1938, S. 296—297.

Theobald, F. V., An attack of Cockchafer larvae on grass land and some experiments in connection with their control. Jl. S.-E. Agric. Coll., no 24. 1927, 40—43. Nach dem Referat in Rev. appl. Ent. 1927, p. 577—578.

Vibert, Über den Engerling, seine Verheerungen und die Notwendigkeit seiner Vertilgung. Korrespondenzbl. Kgl. Württ. Ldw. Ver. 1832, 2. S. 71—93. Zitiert nach Blunck, 1938.

Beiträge zur Biologie und Anatomie der Wohnungsmilben*)

Von

Henriette Oboussier

(Hamburgisches Zoologisches Museum und Institut)

(Mit 20 Abbildungen und 5 Tabellen)

Einleitung

In den Wohnungen Groß-Hamburgs konnte ich das Vorkommen folgender, zu der Gruppe der Tyroglyphiden gehörenden Milbenarten beobachten:

1. *Carpoglyphus lactis* (Linné 1763) (syn. *Acarus passularum* [Hering 1838], *Trichodactylus anonymus* [Haller und Berlese]).
2. *Glycyphagus domesticus* (de Geer 1778).
3. *Glycyphagus cadaverum* (Schrank 1781) (syn. *G. spinipes* [G. L. Koch 1841]).
4. *Tyrophagus dimidiatus* (Hermann 1804) Abart = *Tyroglyphus longior* [Gervais 1844]).

Alle vier genannten Arten werden durch ihr massenhaftes Auftreten bald zur Plage. Während *Carpoglyphus lactis* eine ausgesprochene Vorliebe für Backobst, Marmeladen und ähnliches hat und sich deshalb nur in der Nähe solcher Vorräte aufhält, breitet sich *Tyrophagus dimidiatus* von mehlhaltigen Waren (Mehl, Haferflocken, Hundekuchen) ausgehend durch die ganze Wohnung aus. Sie gehört, da eine Einschleppung auch noch durch Polstermaterial (Heu) möglich ist, zu den eigentlichen Wohnungsmilben, als welche in der Literatur sonst nur die Glycyphagen bezeichnet werden. (Allgem. Literatur: Ludwig, André, Zacher, Maurizio, Reichmuth, Trouessart, Wibaut-Isebree Moens u. Stork, Herrick, Newstead u. Duval, Hase.) Nähere Angaben über die Vorkommen führe ich bei der Erörterung der einzelnen Arten an.

*) Dissertation (D. 18) angenommen von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Hansischen Universität zu Hamburg.

I. Biologische Beobachtungen

Material und Methode

Die nachstehenden Beobachtungen über die Ernährung, Entwicklung und Fortpflanzung der genannten vier Arten wurden zum Teil an Massenzuchten, in der Hauptsache aber an Einzelzuchten gemacht. Das Material stammte bei *Carpoglyphus lactis* aus einem stark befallenen Feigenlager im Hamburger Freihafen; *Tyrophagus dimidiatus* [1]) erhielt ich aus verseuchtem Mehl, welches mir Herr Prof. Dr. Hase in freundlicher Unterstützung meiner Untersuchungen zur Verfügung stellte. Die beiden *Glycyphagus*-Arten stammen aus Wohnungen in Hamburg.

Als Ausgangsmaterial für die späteren Massen- und Einzelzuchten wurden bei jeder Art etwa 15 Paare isoliert, die übrigen wurden vernichtet. Diese 15 Pärchen wurden als Stammzucht in einem Gefäß zusammengehalten. Bevor ich mit den genaueren Beobachtungen begann, ließ ich diese Zuchten sich so weit vermehren, daß während der Dauer der Beobachtungen stets genügend Material vorhanden war. Die Zahl der aus diesen jeweils 15 Pärchen entstandenen Nachkommen geht in die Hunderttausende. Für die Einzelzuchten verwendete ich nach Angaben von H. Schulze (Zacher-Abderhalden, 1933) hohlgeschliffene Objektträger. Die Vertiefung wird bei dieser Methode mit einem Paraffinwall umgeben, in welchem zwei Kapillaren zur Ermöglichung eines Luftaustausches eingefügt werden. Die Kammer, in der sich ein Stückchen feuchtes Fließpapier und das Futter befinden, wird mittels eines aufgeschmolzenen Deckglases verschlossen. Da die Feuchtigkeit, wie ich später noch eingehender erörtern werde, eine sehr wesentliche Bedingung für das Gedeihen der Milbenzuchten ist, wurden die Zuchten fast alle in einem Thermostaten untergebracht, dessen Luftfeuchtigkeit mittels offener Schalen mit Wasser und Schwefelsäure zwischen 95 und 98 % gehalten wurde (Zwölfer 1932). Um nun die Gewißheit zu haben, daß die Feuchtigkeit in den kleinen Einzelzuchtkammern der Feuchtigkeit im Thermostaten entsprach, welche mit einem vorher nachgeeichten Lambrechtschen Haarhygrometer kontrolliert wurde, wurden Zuchtkammern hinzugefügt, die statt des gewöhnlichen Fließpapiers mit Cobaltchlorür ($CoCl_2$) gefärbtes Papier enthielten. Bei zunehmender Feuchtigkeit geht bekanntlich die blaue Färbung über eine violette in eine rote über. Durch Vergleiche mit frei im Thermostaten liegendem Papier konnte festgestellt werden, daß der Ausgleich der Luftfeuchtigkeit durch die Kapillaren binnen 8—12 Stunden erfolgte. — Die Temperatur betrug bei sämtlichen Versuchen 25 ° C. Die Art des Futters ist jeweils angegeben. Nur wenige Massenzuchten von *Carpoglyphus lactis* und *Tyrophagus dimidiatus* standen bei Zimmerluftfeuchtigkeit (40—50 %) in einem mit Wasser gefüllten Becken. Um

[1]) Für die Bestimmung dieser Art bin ich Herrn C. Willmann (Bremen) zu Dank verpflichtet.

ein Entkommen der Tiere zu verhindern, wurden die Schalen mit Ringen aus Raupenleim umgeben. Die im Zimmer gehaltenen Zuchten mußten verschiedentlich angefeuchtet werden.

Carpoglyphus lactis

Die Milbe *C. lactis* ist an Backobst, Marmeladen, vor allen Dingen aber an Feigen ungemein häufig. Bei der raschen und zahlreichen Vermehrung werden große Vorräte binnen kurzer Zeit befallen und dadurch unansehnlich. Die Infektion neuer Waren geschieht im wesentlichen wohl durch die Protonymphen und Tritonymphen, welche im Gegensatz zu den trägen erwachsenen Tieren eine erhöhte Wanderlust zeigen. Ferner kommen in größeren Lagern auch andere Tiere als Transportmittel für die Verbreitung in Frage. So fand Prof. L. Schwarz (Hygien. Inst. Hamburg) an einer Ratte, welche in einem Lager gefangen wurde, zahlreiche *C. lactis* aller Stadien, die wohl von der Ratte vom Substrat abgestreift worden waren.

Die Milben ernähren sich von dem zuckerhaltigen Saft, der bei hoher Feuchtigkeit die Feige überzieht, und von kleinen Feigenstückchen, welche sie mittels der abwechselnd vorgeschobenen Cheliceren abreißen. Trotzdem sind selbst bei monatelangem starkem Befall nur geringe Fraßspuren festzustellen. Erst sehr spät zeigt die Oberfläche eine leichte Aufrauhung und werden die Ritzen und die inneren Teile der Feige, an denen die Tiere sich mit Vorliebe aufhalten, vertieft. Eine Schimmelbildung, wie sie an nicht befallenen Feigen binnen kurzer Zeit stets auftrat, zeigte sich an befallenen Feigen nie. Ich vermute daher, daß die Tiere solches mittels eines Sekrets der Speicheldrüsen, welche bei dieser Art sehr stark ausgebildet sind, verhindern. Reicht man den Tieren leicht beschimmeltes Backobst, so verschwindet die Schimmelbildung sehr bald. Ist die Schimmelbildung jedoch stark und sind nur wenige Milben am Substrat vorhanden, so gehen diese nach 4—5 Tagen zugrunde.

Kurze Zeit nach der Häutung zum Volltier erfolgt die Kopulation der beiden Geschlechter in der bereits von Nalepa beobachteten Weise. Das Männchen ergreift das Weibchen, welches sich während der gesamten Dauer der Kopulation träge fortbewegt und auch die Nahrungsaufnahme nicht unterbricht, von rückwärts her und erklettert den Rücken des Weibchens so weit, daß das erste und zweite Beinpaar des Männchens den Hinterleib des Weibchens umklammern. Mit dem dritten und vierten Beinpaar folgt das Männchen den Bewegungen des Weibchens nach. Bald nachdem diese Stellung eingenommen ist, wird der Penis in die an der äußersten Hinterleibsspitze des Weibchens gelegene Geschlechtsöffnung eingeführt. Diese liegt in einer kleinen Grube und führt durch einen kurzen Gang in das Receptaculum seminis. Während der Übertragung der Spermas sieht man, wenn man die Tiere von der Unterseite betrachtet, die lebhaften pumpenartigen Bewegungen der Muskeln im Penis. Die Bewegungen werden gegen Ende der Kopula-

tionszeit langsamer. Dann zieht das Männchen auch den Penis verschiedentlich zurück, verbleibt aber in der gleichen Stellung, um nach wenigen Sekunden bis Minuten bei erneuter Erektion die Übertragung des Spermas fortzusetzen. Die Spermien, welche man während der Übertragung deutlich erkennen kann, haben die Form kleiner Kugeln mit, wie spätere histologische Untersuchungen zeigten, verhältnismäßig kleinem Kern. Die Dauer der Kopulation betrug $^3/_4$—1 Stunde. Zwei bis drei Tage später beginnt das Weibchen mit der Eiablage. Eine Eiablage ohne vorausgegangene Begattung konnte ich niemals beobachten. Die Fähigkeit eine Begattung einzugehen, bleibt bei den beiden Geschlechtern lange Zeit vorhanden. Tiere, welche drei Wochen lang getrennt gehalten worden waren, kopulierten, sobald sie die Möglichkeit hatten, und erzeugten voll entwicklungsfähige Eier. Nur ist die Eizahl bei sehr spät begatteten Weibchen durchweg etwas geringer. Die Eier werden einzeln und verstreut abgelegt. Das Muttertier kriecht dabei sehr langsam umher und betastet mit den kleinen Saugnäpfen, welche sich seitlich der Vulva befinden, die Unterlage. Dieses Verhalten wurde auch bei *Tyroglyphus mycophagus* von H. Schulze festgestellt. Hat das Tier eine ihm zusagende Stelle gefunden, so wird die Vulva rasch vorgewölbt und das Ei tritt hervor. Dieses Ausstülpen wurde erstmalig von Gudden für *Tyroglyphus longior* beschrieben. Das Ei von *C. lactis* wird mittels eines sehr rasch erhärtenden Sekretstieles an der Unterlage befestigt. Während der ersten Tage werden jeweils drei bis vier, in einigen Ausnahmefällen (meist sind dies sehr spät begattete Weibchen) bis zu 15 Eier am Tag abgelegt. Nach ungefähr einer Woche ist die Hauptmasse der Eier abgelegt, und es erfolgen nur noch vereinzelte Eiablagen in großen Zeitabständen. Die Gesamtzahl der Eier schwankt stark, im Mittel liegt sie bei etwa 25—30. Als höchster Wert in einem Falle wurden 72 Nachkommen eines Muttertieres festgestellt. Während die Eiablage bereits begonnen hat, kopuliert das Männchen wiederholt mit demselben Weibchen. Diese Kopulationen dauern wesentlich kürzere Zeit, meist nur wenige (bis zu 10) Minuten. Auch bei diesen Kopulationen konnte die Übertragung von Spermien in der oben beschriebenen Weise deutlich beobachtet werden. Irgendeinen Einfluß dieser erneuten Kopulationen auf die Zahl der Nachkommen konnte ich nicht feststellen. Nach vollendetem Fortpflanzungsgeschäft leben beide Geschlechter noch lange Zeit fort. Sie sterben meist im Alter von 40—50 Tagen. Als extreme Lebensdauer wurden festgestellt:

♂♂	♀♀
71 Tage	71 Tage
79 „	75 „
84 „	81 „
93 „	84 „

Das Lebensalter ist also in beiden Geschlechtern gleich, und wie Versuche ergaben auch unabhängig von stattgefundener Begattung.

Aus den schwach glänzenden Eiern, die mit fortschreitender Entwicklung vom Pol her beginnend stets durchsichtiger werden, schlüpft nach wenigen Tagen durch einen Längsspalt die sechsbeinige Larve. Nachdem die Larve mehrere Tage lebhaft gefressen hat, verfällt sie in einen Starrezustand. Mit zusammengeschlagenen oder ausgestreckten Beinen bleibt das Tier meist am Rande des Futters oder in einer Ecke liegen, bis die Larvenhaut gesprengt wird, und die Protonymphe schlüpft. Es folgt dann im normalen Entwicklungsablauf nur noch ein weiteres Nymphenstadium, die Tritonymphe, und darauf die Häutung zum geschlechtsreifen Tier. Jeder Häutung geht der oben beschriebene Starrezustand voraus. Kurze Zeit, bevor die alte Haut gesprengt wird, sieht man das neue Stadium mit eng an den Körper gepreßten Beinen darin liegen. Es entwickeln sich innerhalb einer Nachkommenschaft, gleich viel Männchen und Weibchen, z. B.:

♂	13	17	14	13	15
♀	15	14	15	13	13
	28	31	29	26	28

Auf die äußeren morphologischen Kennzeichen der genannten Entwicklungsstufen will ich hier nicht näher eingehen, da sie aus der Literatur hinreichend bekannt sind (Canestrini und Kramer, Fumouze und Robin, Michael, Nalepa, Kramer, Berlese, Vitzthum).

Auffallend ist nun die große Verschiedenheit in der Dauer der Entwicklung. Ich möchte nochmals darauf hinweisen, daß die Versuche

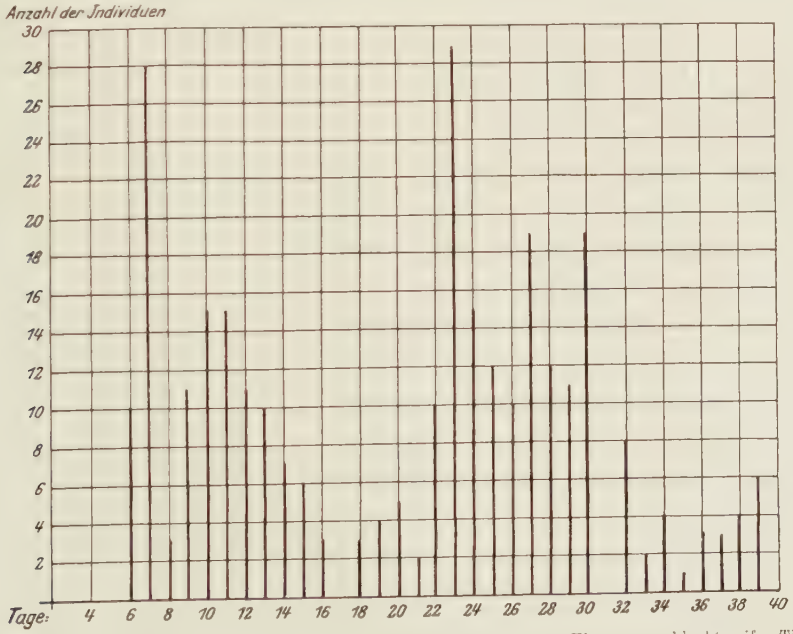


Tabelle I. *Carpoglyphus lactis* (Linné 1763). Entwicklungsdauer vom Ei zum geschlechtsreifen Tier (314 Individuen)

unter absolut gleichen äußeren Bedingungen durchgeführt wurden. Um jede überhaupt nur mögliche Verschiedenheit auszuschalten, erfolgte die Aufzucht zum Teil sogar unter dem gleichen Deckglase. Die beigefügte Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Zuchten.

Die gleiche Variationsbreite wurde durch mehrere (4) Generationen hindurch festgestellt, obgleich nur Tiere mit gleicher Entwicklungsdauer für die Weiterzucht verwendet wurden. Man darf also meines Erachtens nicht annehmen, daß es sich um mehrere Rassen mit verschiedener Entwicklungsgeschwindigkeit handelt. Die geringe Anzahl der Individuen der Ausgangszucht (s. o. S. 254), die über sechs Monate in Massenvermehrung gehalten wurde, spricht ebenfalls gegen eine solche Annahme. Man könnte ferner annehmen, die Versuchsbedingungen seien so ungünstig, daß die Existenzgrenze nahezu erreicht wäre, und die Tiere, welche verschieden widerstandsfähig wären, zeigten aus diesem Grunde die großen Unterschiede in der Dauer der Entwicklung. Dann wäre es aber höchst unwahrscheinlich, daß so viele Individuen ihre Entwicklung in der Zeit von 6—7 Tagen, die man doch wohl als eine optimale ansehen muß, vollenden. Es bestehen auch keine gesetzmäßigen Beziehungen der Verschiedenheiten in der Gesamtentwicklungsdauer zu der Dauer der einzelnen Entwicklungsstadien. Um zu zeigen, wie stark auch die Dauer dieser einzelnen Stadien bei gleicher Gesamtentwicklungsdauer schwanken kann, füge ich einige Beispiele aus den Zuchten an, die in 23 Tagen die Entwicklung vollendeten (Tabelle 2).

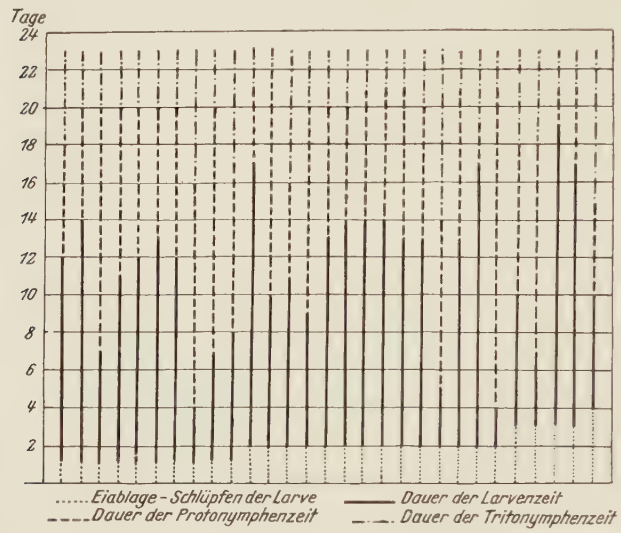


Tabelle II. *Carpoglyphus lactis*. Entwicklungsstufen bei einer Gesamtentwicklungsdauer von 23 Tagen (29 Individuen)

Für die Dauer der einzelnen Entwicklungsstufen von *C. lactis* wurden als extremste Werte festgestellt:

	Kleinster Wert	Größter Wert
1. Für die Dauer von der Eiablage bis zum Schlüpfen der Larve	2	17
2. Larvenzeit	2	28
3. Protonymphenzeit	1	29
4. Tritonymphenzeit	1	17

Übrigens ist auch bei Insekten schon ein solches Verhalten beobachtet worden, so z. B. von Willers bezüglich der Entwicklungsdauer bei *Tenebrio* und bei Ephemeriden. Doch gibt er nichts über die äußeren Zuchtbedingungen an und erklärt die Verschiedenheit aus Schwankungen der äußeren Faktoren Licht, Wärme und Feuchtigkeit. Bei den von mir angestellten Versuchen lagen aber für die verschiedenen Individuen gleiche Außenbedingungen vor, so wie dies auch der Fall war bei den Versuchen von Elisabeth Reuter an *Calandra granaria* und *Calandra oryzae* und bei den von R. Lehmensick und R. Liebers an Mikrolepidopteren (*Plodia interpunctella* und *Ephestia*). Auch diese Verfasser sind zu der Ansicht gekommen, daß bisher nicht näher festgestellte innere Faktoren die auffallenden Unterschiede in der Entwicklungsintensität bedingen. Die Erklärung von M. Miles, daß verschieden schneller Ablauf der physiologischen Vorgänge die Ursache sei, bringt keine Lösung des Problems, denn gerade diese Verschiedenheit soll erklärt werden.

In den im Zimmer gehaltenen Massenzuchten von *C. lactis* trat vereinzelt (insgesamt etwa 25mal) das für die ganze Gruppe der Tyroglyphiden charakteristische Hypopusstadium auf, ein heteromorphes Deutonymphenstadium, das sich aus unbekannter Ursache in den Entwicklungsablauf einschalten kann. Über die Bedeutung dieses Stadiums gibt es verschiedene Ansichten. Haller (1880 a), Michael (1884, 1888, 1901), Trouessart (1904) halten es für eine Einrichtung, die der Ausbreitung der Art dient. Das mag der Fall sein, wenngleich in meiner Zucht von *C. lactis* dies Stadium so selten auftrat (rund 1 pro mille), daß es für diesen Zweck bedeutungslos gewesen wäre. Ob diese Aufgabe aber das Auftreten voll erklärt, scheint mir fraglich, und ich möchte lieber mich der Ansicht von Enzio Reuter anschließen, der die Erscheinung der Hypopusbildung so erklärt, daß von den ursprünglich drei Nymphenstadien (so z. B. noch bei den Oribatiden) das mittlere allmählich in Wegfall kam, der allgemeinen Tendenz entsprechend die Entwicklung abzukürzen. In den Fällen, in denen ein Hypopus nur äußerst selten auftritt (z. B. *Tyroglyphus longior*), würde es sich dann also um eine Art Atavismus handeln. — Da ich in der Literatur keinerlei Beschreibung oder Erwähnung des Hypopus von *C. lactis* fand, gebe ich im folgenden eine kurze Beschreibung (Abb. 1 und 2).

In den Zuchten, in denen die übrigen Stadien träge am Futter oder an den Wänden der Gefäße umherkriechen, fällt der Hypopus sofort auf durch sein rastloses Umherwandern. Der kleine rund- bis länglichovale Körper, welcher dorsoventral abgeflacht ist, ruht auf sehr langen Beinen. Auf der Rückenseite erkennt man eine seichte Querfurche, welche den anderen Stadien von *C. lactis* fehlt, aber anderen Tyroglyphiden häufig eigen ist. Die Mundwerkzeuge sind wie bei allen bekannten Hypopusstadien vollkommen reduziert, und nur eine kleine Vorwölbung, welche vier kurze Borsten trägt, kennzeichnet die Stelle. Diese zwei Paar Borsten, eins etwas mehr dorsal als das andere gelegen,

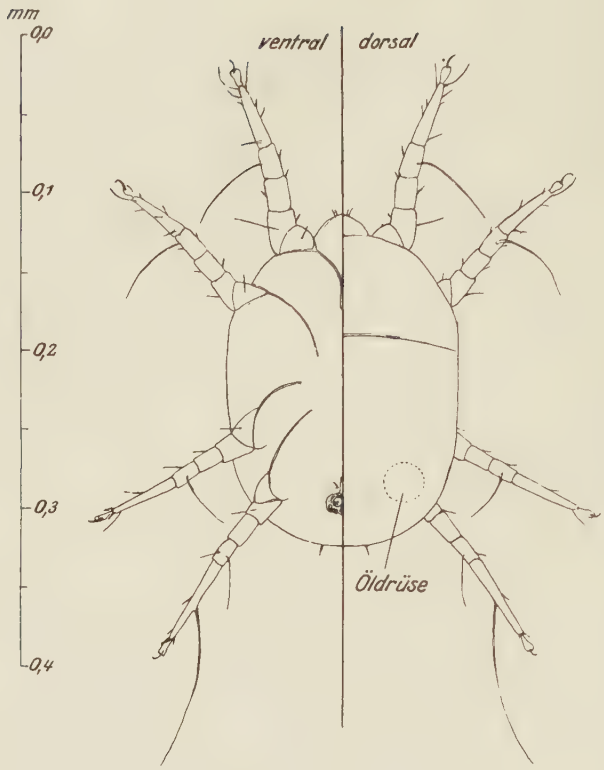


Abb. 1. *Carpoglyphus lactis* Hypopus. Stufe I

führen vielleicht zu Sinnesorganen, da das Tier auf Berührung der Borsten hin sich aufrichtet und die sogenannte Reiterstellung einnimmt, wohl um sich einem vermeintlichen Transporttier anzuheften. Nachweisen konnte ich Sinnesorgane nicht. Da sich in der Literatur stets wieder die Angabe findet, daß *C. lactis* als einzige Tyroglyphide im Besitz von Augen sei, möchte ich an dieser Stelle darauf hinweisen, daß diese Angaben, wie bereits N a l e p a betont, auf einer Täuschung beruhen.

Die Behaarung des Körpers ist im Vergleich zu den übrigen Stadien vollständig verändert. Die für *C. lactis* charakteristischen vier langen Schleppborsten fehlen ebenso wie die übrigen Körperhaare. Am Körper des Hypopus findet sich lediglich am äußersten Hinterleibsende ein Paar sehr kurzer Borsten und ventral neben der Analspalte ein weiteres kurzes Paar. Die Behaarung der Beine dagegen zeigt keine großen Besonderheiten. Das vorletzte Beinglied

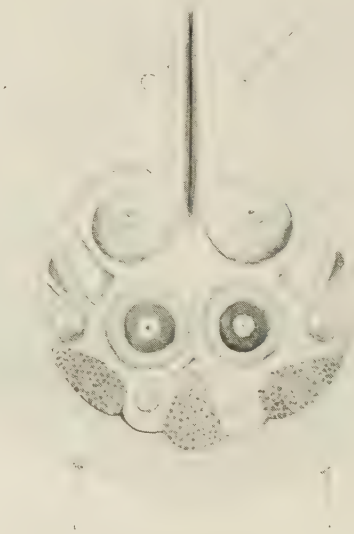


Abb. 2. *Carpoglyphus lactis* Hypopus. Saugnapfplatte

der ersten drei Beinpaare trägt eine lange Borste, wie sie auch den übrigen Stadien eigen ist. Beim vierten Beinpaar ist die lange Schleppborste am Tarsus sehr auffallend.

Ventral, die Analspalte umschließend, befindet sich eine Saugnapfplatte (Abb. 2), deren Auftreten für sehr viele Hypopen charakteristisch ist. Sie umfaßt zwei größere und vier kleine Saugnäpfe. Wenn ich auch nicht die Tatsache beobachten konnte, so vermute ich doch, daß das Hypopusstadium gleich dem anderer Arten (z. B. *Tyroglyphus mycophagus*) auch der Verbreitung dient, und daß die Tiere sich mittels der Saugnapfplatte an ein vorüberschreitendes Transporttier (Fliege oder Käfer) anheften.

Aus den bei Zimmertemperatur und schwankender Feuchtigkeit gehaltenen Massenkulturen in die konstanten und günstigeren Verhältnisse im Thermostaten verbracht, häuteten alle Hypopi binnen 24 bis 48 Stunden und waren von den aus den Protonymphen direkt entstandenen Tritonymphen in keiner Weise, weder morphologisch, noch wie ich später eingehender darlegen werde, anatomisch zu unterscheiden. Die längste zweifelsfrei beobachtete Dauer des Hypopusstadiums (im Zimmer gehalten) betrug 10 Tage. Sonstige genauere Angaben über diesen Punkt kann ich nicht machen, da das Hypopusstadium ausschließlich in den Massenzuchten beobachtet wurde. Einmal trat übrigens das Hypopusstadium auch unter den konstanten Verhältnissen im Thermostaten auf, so daß ungünstige äußere Umstände kaum als Ursache für das Auftreten angenommen werden können.

Da in der älteren Literatur stets dieser Punkt (ungünstige Außenbedingungen) für das Auftreten verantwortlich gemacht wird (Mégnin 1873, 1892, 1895, Berlese 1882, Haller 1880, 1881, Oudemans 1885), habe ich mehrfach versucht durch künstliche Einflüsse die Entstehung dieses Stadiums zu erzielen. Ich ließ die Feuchtigkeit herabsinken oder entzog den Tieren jegliche Nahrung. Das erstere Mittel führte bald zum Tode, den Hunger ertrugen die Protonymphen meist nur bis zur Dauer von 10 Tagen, vereinzelt bis zu 35—42 Tagen, um dann ohne Weiterentwicklung zu verenden. Die Fähigkeit, längere Zeit ohne Nahrung auszukommen, steigt übrigens mit zunehmender Größe der Tiere, d. h. also auch mit den aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien, und dürfte für die Ausbreitungsfähigkeit ebenfalls von Bedeutung sein. Die Versuche wurden so durchgeführt, daß unmittelbar nach der Häutung den Tieren zwei Tage lang Futter zur Verfügung gestellt wurde, und die Tiere dann in Zuchtkammern ohne Futter gesetzt wurden. Als Fastenzeit beobachtete ich dann:

	meist	vereinzelt
Für Larven	2— 4 Tage	8 Tage
„ Protonymphen . .	10—12 „	35—42 „
„ Tritonymphen . .	12—14 „	45 „
„ Imagines . . .	14—18 „	50 „

Zu der Frage der Hypopusbildung durch ungünstige Bedingungen zurückkommend, möchte ich mich den späteren Autoren anschließen (Michael 1884, 1885, 1888, 1894, 1901, Moniez 1892, Lignières 1893, Jensen 1895, H. Schulze 1924), die diesem Faktor keine Bedeutung zusprechen.

Die Glycyphagus-Arten

Die beiden *Glycyphagus*-Arten, *Glycyphagus domesticus* und *Glycyphagus cadaverum*, sind in Wohnungen wohl die häufigsten Milben und werden unter bestimmten Verhältnissen sehr bald zur Plage. Durch mehrere Wohnungsbesichtigungen, Rücksprachen mit den Bewohnern und eigene Untersuchungen, die ich an Heu, welches zur Matratzenfabrikation verwendet wird, machte, kam ich zu den folgenden Feststellungen, welche durch vorgenommene Einzeluntersuchungen bestätigt wurden.

Die Wohnungsmilben ernähren sich ausschließlich von Schimmelpilzen und anderen Pilzsporen, wie sie in Heu stets vorhanden sind. Durch Vermittlung einer Heumatratzenfabrik erhielt ich mehrere Heuproben verschiedener Qualität aus dem Gebiet der Niederelbe. Die Aussiebung einer Handvoll Heu ergab stets, auch bei der besten, verhältnismäßig trockenen Heuart zahlreiche Tyrophagen, Glycyphagen, Cheyletiden und Laelaptiden. Auch Heuproben, welche ich selbst im Freien bei Ratzeburg und Mölln aufnahm, enthielten stets eine größere Anzahl dieser Milben. Da das Heu bei der Herstellung der Matratzen vielfach keinerlei besonderen Arbeitsprozessen unterworfen wird, die zu einer Vernichtung der Milben führen könnten, befinden sich also in jeder dieser Matratzen Milben. Die Tatsache, daß aber nicht in allen Wohnungen eine Massenentwicklung und damit eine Plage auftritt, erklärt sich lediglich aus den verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnissen der Umgebung. Ende Mai 1937 wurde eine stark mit Milben verseuchte Matratze aus einer Wohnung in das Institut verbracht, wo während der in Betracht kommenden Zeit eine Zimmerfeuchtigkeit von 45—50 % herrschte. Die zu Beginn auf dem Bezug lebhaft umherlaufenden Milben, es handelte sich fast ausschließlich um *G. domesticus* und *G. cadaverum*, verschwanden schon nach 2 bis 3 Tagen und traten im Laufe der folgenden Woche stets seltener auf. Nach einem Monat wurden keine Glycyphagen mehr auf der Matratze festgestellt. Ebenso verhält es sich nun in den Wohnungen. Sind diese trocken, so kommt es gar nicht zur Massenentwicklung und die vorhandenen Individuen sterben mehr oder weniger rasch aus. Ist der Feuchtigkeitsgrad in der Wohnung jedoch ein hoher, so tritt lebhafte Vermehrung und Verbreitung von dem Ausgangsherd, dem Möbelstück oder der Matratze her ein. Ich konnte in verschiedenen Wohnungen des weiteren feststellen, daß stets die in der Nähe der Fenster oder an einer Außenwand stehenden Möbel stärker oder ausschließlich befallen waren. Auch liefen die Klagen über Massenvermehrung der Milben stets im

Herbst oder im Frühjahr ein, wo durch die hohe Luftfeuchtigkeit und unregelmäßiges Heizen die Feuchtigkeit in den Wohnräumen ansteigt. Besonders ein rascher Wechsel zwischen für die Tiere sehr günstigen und ungünstigen Verhältnissen führt zum Tode, eine Tatsache, die ich auch oft beobachten konnte, wenn ich eine Zuchtschale aus dem Thermostaten, wo die hohe Feuchtigkeit herrschte, für längere Zeit (etwa 8 bis 12 Stunden) in das Zimmer stellte. Die Tiere waren dann fast sämtlich tot. Ebenso verhielt es sich nun, wenn die Wohnung geheizt und durchlüftet wurde. Die Tiere verschwanden nach einiger Zeit vollkommen.

Materialbeschädigungen traten nie ein, da, wie ich oben schon bemerkte, die Tiere sich ausschließlich von Schimmel ernähren, das Material selbst also nicht angreifen. In einem Fall konnten diese Vorgänge besonders deutlich nachgewiesen werden, weshalb ich ihn hier kurz anführen möchte. In einer trockenen Wohnung befand sich auf einem Bücherbort ein großer Strauß Heidekraut mit verschiedenen Gräsern durchsetzt, in einer mit Wasser versehenen Tonvase. Der Bequemlichkeit halber wurde diese Vase, welche feuchtigkeitsdurchlässig war, nie hoch genommen. Es bildete sich unter der Vase ein Schimmelrasen, in welchem sich die *G. cadaverum,* um die es sich hier handelte, und die wohl mit dem Strauß eingeschleppt war, lebhaft vermehrte. Nach 4 bis 6 Wochen breiteten sich die Tiere nunmehr über das gesamte Zimmer aus. Nachdem der Ausgangsherd entfernt war, verschwanden sie allmählich.

Wie nun die Einzelzuchten ergaben, verhalten die beiden Glycyphagen sich in allen Lebensäußerungen sehr ähnlich. Die folgenden Angaben gelten also in gleicher Weise für *G. domesticus* und *G. cadaverum.* Ich reichte den Tieren als Futter Schimmel und beschimmelte Feigenstückchen. Nur selten konnte ich beobachten, daß *G. cadaverum* in gleicher Weise wie *C. lactis* mittels der Chelizeren Stückchen einer Feige abriß und verzehrte.

Die Kopulation erfolgt in ähnlicher Weise wie bei *C. lactis,* die Vorderenden der Tiere weisen in die gleiche Richtung (vgl. M i c h a e l 1888). Während der Kopulation, die etwa 10—20 Minuten dauert, befindet sich das Weibchen in lebhafter Fortbewegung. Das Männchen wird währenddessen vollkommen getragen und berührt die Unterlage nur selten. Die Übertragung der Spermien ist hier ebenfalls leicht zu obachten. Die Spitze des Penis ruht in der Kopulationsröhre des Weibchens. Die Eiablage beginnt 3—4 Tage nach der Kopulation. Das Weibchen wird während dieser Zeit in seinen Bewegungen bedeutend träger. Das im Verhältnis große Ei wird einzeln an kleinen Unebenheiten der Unterlage abgelegt. Eine Befestigung des Eies in der Art von *C. lactis* findet nicht statt, so daß dieses leicht von der Unterlage abgehoben werden kann. Das Weibchen legt die Anzahl der Eier, meist sind es insgesamt 25—35, innerhalb der ersten Tage, z. B. 5, 9, 4, 7, 1, 2 je Tag. Später legt das Weibchen nur noch ganz vereinzelt Eier ab. Männchen und Weibchen erreichen ein Alter von 50—70 Tagen.

Nach 3—14 (meist 6) Tagen schlüpft die Larve. Es folgen dann Proto- und Tritonymphe und im gleichen Zahlenverhältnis Männchen und Weibchen. In den folgenden beiden Tabellen (3 und 4) ist die

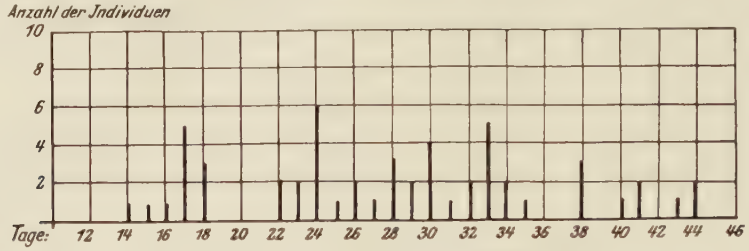


Tabelle III. *Glycyphagus cadaverum* (Schrank 1781). Entwicklungsdauer vom Ei zum geschlechtsreifen Tier (54 Individuen)

Gesamtentwicklungszeit angegeben. Auch hier liegt also eine große Variabilität in der Entwicklungsgeschwindigkeit vor, die nur durch innere Faktoren bedingt sein kann. Die Verschiedenheit wirkt sich in allen Stadien aus.

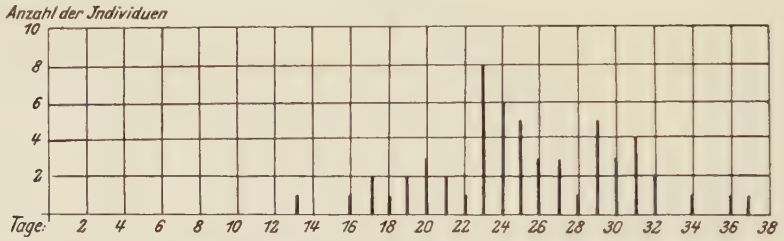


Tabelle IV. *Glycyphagus domesticus* (De Geer 1778). Entwicklungsdauer vom Ei zum geschlechtsreifen Tier (56 Individuen)

Im Dezember 1937 fand ich, nachdem ich die im Thermostaten gehaltenen Zuchten (Massen- wie Einzelzuchten) seit drei (*G. domesticus*) bzw. vier (*G. cadaverum*) Monaten täglich kontrollierte, einige Hypopen (Deutonymphen). Die Tendenz, dieses Stadium in die Entwicklung einzuschalten, war während drei bis vier Tagen (21. Dezember bis 3. Januar 1938) bei *G. domesticus* besonders groß. Fast 40 % der Protonymphen verwandelten sich in Hypopen. Der Hypopus von *G. domesticus* (Abb. 15 und 16) besteht lediglich aus einem ovalen Körper ohne Haare; dorsal ist eine seichte Querfurche zu erkennen. Jeder Bewegung unfähig bleibt er in der Protonymphenhaut, welche die Hypopushülle bildet, liegen. Ich entfernte die Hypopen aus den Massenzuchten und brachte sie in Einzelzuchtkammern unter. Auch in zwei Einzelzuchten traten Hypopen auf. Über die Dauer der verschiedenen Stadien in den beiden Fällen unterrichtet die folgende Aufstellung.

	Fall I	Fall II
1. Von der Eiablage bis zum Schlüpfen der Larve	6 Tage	8 Tage
2. Dauer der Larvenzeit	5 „	9 „
3. Dauer der Protonymphenzeit . . .	6 „	5 „

Die Periode des Massenauftretens von Hypopen währte wie gesagt nur kurze Zeit. Die Zahl der neugebildeten Hypopen nahm dann ständig ab, und während der folgenden Monate erschien nur noch selten ein solches Stadium. Insgesamt betrug die Zahl der Hypopen bei *G. domesticus* 329. Da die Außenbedingungen ja konstant waren, läßt sich die Häufung in der letzten Dezemberwoche nicht erklären; ob sie vielleicht einem jahreszeitlichen Rhythmus entspricht, vermag ich auf Grund der zu geringen Beobachtungszeit nicht zu entscheiden. Eine Weiterentwicklung zur Tritonymphe trat in einem Falle schon nach acht Tagen ein, ferner je einmal nach 63, 91, 97, 140, 147, 148, 151, 153, 175, 181, 212, 220, 221 Tagen. Das Geschlechtsverhältnis war nicht anders als bei den direkt entstandenen Imagines. Die große Mehrheit der Hypopen blieb weiter in dem Stadium [1]), welches ja nach Angaben Michaels sich über mehrere Jahre hinweg ausdehnen kann. Diese Tatsache kann es auch verständlich machen, daß in Wohnungen eine Milbenplage plötzlich auftritt, ohne daß neue Möbel oder andere Ausgangsherde kürzlich eingeführt waren.

Bei *G. cadaverum* war die Hypopusbildung wesentlich geringer (etwa 45 Fälle). Doch trat auch bei dieser Form eine Häufung im Laufe der letzten Dezemberwoche ein. Die heteromorphe Deutonymphe ist hier im Besitz kleiner rudimentärer Beine (Abb. 12 und 13). Haare fehlen vollkommen. Dorsal ist ebenso wie bei *G. domesticus* eine seichte Querfurche erkennbar. Die rudimentären Beine befähigen das Tier, die Hülle, welche die alte Protonymphenhaut bildet, zu verlassen. Aber in

[1]) Erst nach der Niederschrift der Arbeit begann im September die Umwandlung zur Tritonymphe häufiger zu werden. Es schlüpften

am 1. 9.	1	Hypopus	nach	133	Tagen	am 6. 9.	1	Hypopus	nach	257	Tagen
am 6. 9.	2	Hypopus	nach	114	Tagen		1	„	„	258	„
	1	„	„	130	„	am 7. 9.	1	Hypopus	nach	248	Tagen
	1	„	„	136	„		2	„	„	252	„
	1	„	„	159	„		1	„	„	257	„
	1	„	„	204	„		2	„	„	260	„
	1	„	„	239	„		1	„	„	263	„
	1	„	„	245	„	am 8. 9.	1	Hypopus	nach	236	Tagen
	3	„	„	247	„		1	„	„	244	„
	1	„	„	252	„		1	„	„	254	„
	1	„	„	253	„		1	„	„	258	„
	2	„	„	256	„						

In den folgenden fünf Tagen schlüpften noch 4 Tiere nach 251—259 Tagen.

In der Hoffnung, daß doch vielleicht unter den gleichzeitig in das Hypopusstadium Eingetretenen weitere in der Umwandlung zur Tritonymphe begriffen sein könnten und um damit Stadien des histologischen Umbaus finden zu können, fixierte ich am 6. September 15 Hypopen, am 7. September 18 und am 8. September 10, und in den folgenden Tagen noch weitere 20 Stück der in Frage kommenden Hypopen. Nur zwei Tiere waren jedoch in der Umwandlung, vgl. S. 290. Ende November schlüpften noch weitere zwei Tiere nach 324 Tagen. Im Laufe der folgenden Monate trat vereinzelt eine Weiterentwicklung auf nach 369, 378, 413, 424, 449, 459, 466, 471 Tagen.

nur fünf Fällen von zwanzig, bei denen eine Weiterentwicklung eintrat, machten die Tiere von dieser Fähigkeit Gebrauch. Die Tiere, welche beim Verlassen der Hülle beobachtet wurden, verließen vorwärts

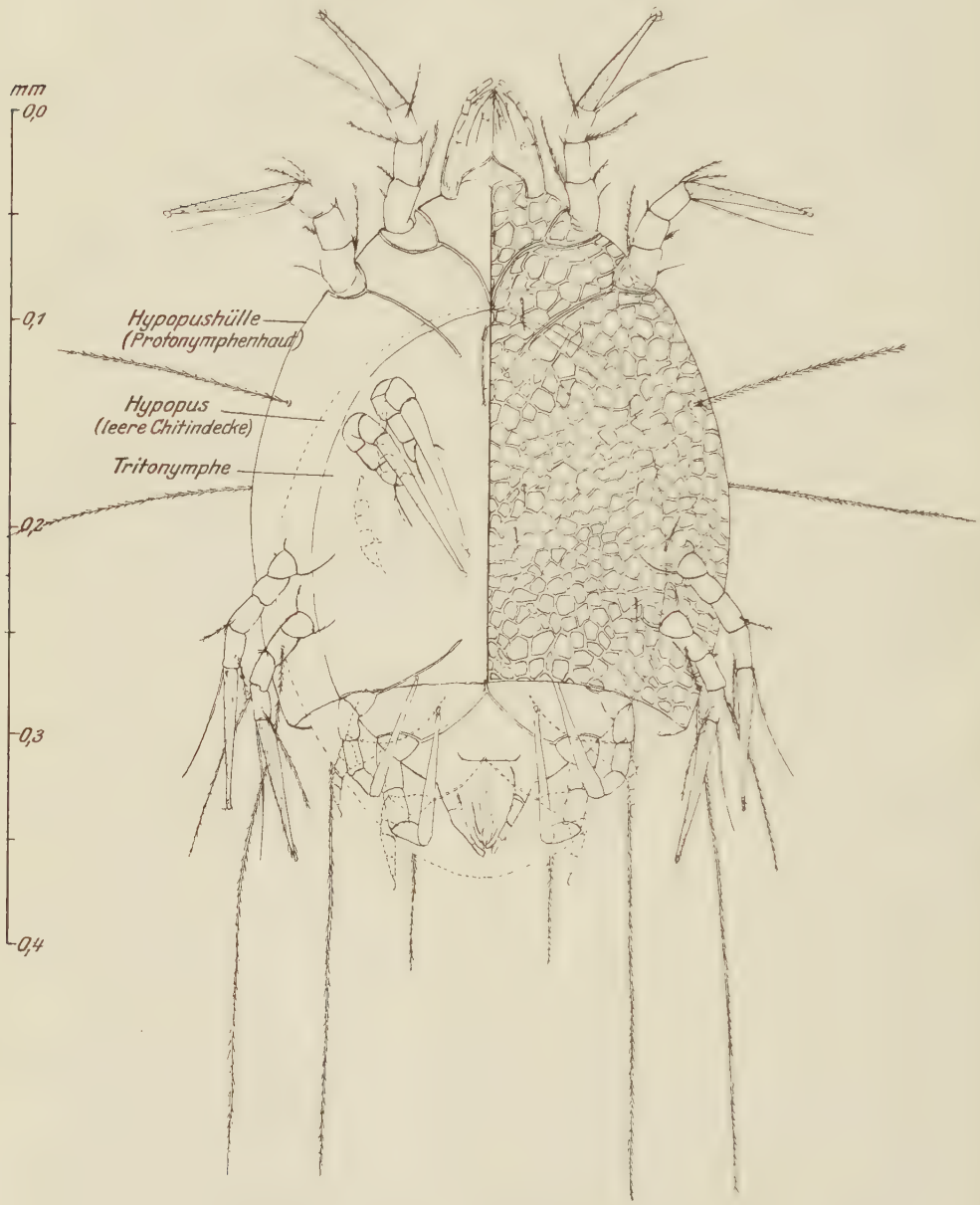


Abb. 3. *Glycyphagus cadaverum.* Tritonymphe bereits fertig ausgebildet in der Hypopushaut liegend (ventral)

kriechend die vorgebildete Öffnung am Hinterende der Hülle. Sie mußten also innerhalb der Hülle eine Drehung um 180° vorgenommen haben. Abb. 3 zeigt den interessanten Fall der Bildung der Tritonymphe

im Hypopus, der schon umgedreht noch in der Protonymphenhaut steckt. Die Individuen, welche die Hülle verließen, machten zwei Tage später die Häutung zur Tritonymphe durch. Ob das Verlassen der Hülle in einem bestimmten Zusammenhang mit der bevorstehenden Häutung steht, ist sehr fraglich. Ich halte es eher für zufällig, da die anderen Individuen, welche sich weiterentwickelten, die Häutung zur Tritonymphe ebenso wie bei *G. domesticus* in der alten Protonymphenhaut vornahmen. Eine Weiterentwicklung erfolgte in zwei Fällen sehr rasch, d. h. einmal nach vier und einmal nach sechs Tagen. Im übrigen je einmal nach 47, 55, 56, 58, 62, 63, 71, 73, 74, 92, 97, 137, 150, 208, 221, 346, 424 Tagen. Andere Tiere verharren noch heute in dem Stadium. Geschwistertiere, welche an den gleichen Tagen in das Stadium eintraten, verhalten sich keineswegs gleich; die Dauer des Stadiums ist wie die der anderen Stadien eben völlig unberechenbar. Die auf dem Umwege über die Deutonymphen entstandenen Individuen verhalten sich in jeder Hinsicht wie die direkt entstandenen.

Tyrophagus dimidiatus

T. dimidiatus hat, wie meine Untersuchungen ergaben, von den untersuchten Arten die mannigfaltigste Lebensweise und damit verbunden ein sehr verbreitetes Vorkommen. Sie findet sich in Nahrungsmitteln, wie Mehl, Kleie, Hundekuchen, und tritt auch in Wohnungen als Plage auf. Dorthin gelangt sie sowohl durch das Lagern infizierter Nahrungsmittel, als auch durch Heupolster, denn in den oben erwähnten Heuaussiebungen war sie neben den Glycyphagen stets vorhanden. Ich konnte sie in den Zuchten auf Mehl, Backobst, Feigen, Nüssen, Kartoffeln, Schimmel- und anderen Pilzkulturen nicht nur halten, sondern lebhafte Vermehrung beobachten. Sie verzehrt ferner die leeren Häute, die toten Artgenossen, ja, ich konnte beobachten, daß sie sogar Cheyletiden, wenn diese kurz vor einer Häutung jeder Bewegung unfähig sind, zunächst aussaugen und dann vollkommen verzehren. Es ist so auch erklärlich, daß diese Milbe in Laboratorien in Pilz- und Bakterienkulturen lästig werden kann. In Hamburg trat sie in Pilzkulturen, die im botanischen Institut gehalten wurden, auf, und ich vermute, daß auch in der Arbeit von D. Pease, in welcher über die Verunreinigung von Bakterien- und Pilzkulturen durch umherwandernde Milben berichtet wird, es sich um diese oder doch eine dieser Milbe sehr nahestehende Art handelt. In der Arbeit von Lénard ist angegeben, daß die Milbe *Tyroglyphus longior*, welche in Bakterienkulturen auftrat, auf reinem Agar-Agar nicht gehalten werden konnte. Der Verfasser nahm, da er eine Verflüssigung des Agars an den mit Milben stark besetzten Stellen beobachtete, an, daß diese den Agar angriffen und führte seine Mißerfolge bei steriler Zucht auf andere Umstände zurück. Ich halte es für wahrscheinlich, daß auch hier nur die Bakterien verzehrt werden, und daß die Verflüssigung des Agars eine sekundäre Erscheinung (Einwirkung des Speichels oder des Kots) war. Da *T. dimi-*

diatus ebenso lichtscheu ist, wie die von Henschel in dieser Hinsicht näher untersuchte Art *Tyroglyphus siro,* kann man sie aus Kulturen leicht entfernen, indem man diese dem Licht aussetzt. Die Milben laufen sogleich an dunklere Orte. Dabei kann man sie mit Hilfe von Leimringen abfangen und vernichten. Die Milben laufen stets lebhaft umher und suchen neue Stellen am Nährsubstrat auf.

Die Männchen dieser Art sind im Besitz großer Analsaugnäpfe, welche den vorher besprochenen Formen fehlen. Diese Saugnäpfe werden nur während der Kopulation verwendet, und zwar dienen sie zum Festhalten des Weibchens. Ich konnte auch an anderen Formen, wie *Rhizoglyphus echinopus* (Fum. und Robin 1868), *Caloglyphus spinitarsus, Tyrolichus casei* (Oudemans 1910), *Aleurobius farinea* = *Tyroglyphus farinea* (Linné 1758) feststellen, daß bei allen Arten mit Saugnäpfen, seien diese auch noch so klein, die Kopulationsstellung eine andere wird. Diese Milben kopulieren in der von H. Schulze und Börner-Appel beschriebenen Weise, d. h. während der Kopulation zeigen die Vorderenden der Tiere in entgegengesetzte Richtungen. Diese Stellung wird erreicht auf folgende Weise: Bei der ersten Berührung der Partner dreht das Weibchen dem Männchen den Hinterleib zu. Dieses kriecht an das Weibchen heran und biegt, von der Seite hochsteigend, die Haare des Weibchens zur Seite. Dann schiebt es sein Vorderende unter den Hinterleib des Weibchens und preßt mit langsamen Hin- und Herbewegungen des Körpers die Genital- (Anal-) Saugnäpfe auf den Rücken des Weibchens. Ist eine feste Verbindung erreicht, so richtet sich das Männchen wieder auf. Der voll erigierte Penis dringt nach wenigen suchenden Bewegungen in die Kopulationsöffnung ein. Sofort danach beginnt die Übertragung des Spermas. Sowie das Weibchen beginnt sich fortzubewegen, benutzt das Männchen auch das dritte Beinpaar zum Anklammern an das Weibchen. Sonst führt es mit diesem Beinpaar streichelnde Bewegungen aus. Das vierte Beinpaar des Männchens liegt passiv nach hinten gestreckt auf dem Hinterleib des Weibchens. Nachdem die Übertragung des Spermas gegen Ende des Kopulationsaktes mehrfach unterbrochen worden ist, löst sich das Männchen durch Hin- und Herbewegungen des Körpers vom Hinterleib des Weibchens, auf dessen Rücken man noch kurze Zeit die Eindrücke der Saugnäpfe erkennen kann. Die Kopulation dauert 1—1¼ Stunden.

Nach zwei Tagen beginnt das Weibchen mit der Eiablage. Wie bei den Glycyphagen werden die Eier ohne weitere Befestigung am Substrat oder in der Nähe desselben abgelegt. Das Weibchen legt meist 4—6 Eier am Tage, doch konnte ich als Höchstzahl 20 Eier an einem Tage feststellen. An Totalpräparaten konnte ich nach erfolgter Aufhellung bis zu 8 Eiern von fast legereifer Größe in den Ovidukten feststellen. Die Gesamtzahl der Eier ist größer als bei den oben besprochenen Arten und liegt im Mittel bei etwa 60—70. Als Höchstzahl wurden 105 Nachkommen eines Weibchens beobachtet. Auch hier leben beide Geschlechter noch lange Zeit nach vollendetem Fort-

pflanzungsgeschäft. Sie erreichen ein Alter von etwa 90—120 Tagen. Als Höchstalter konnte ich 181, 202, 203, 225 Tage feststellen, und zwar von Männchen und Weibchen, unbegattet oder begattet, in gleicher Weise. Eine Eiablage ohne vorausgegangene Begattung konnte auch bei dieser Art niemals festgestellt werden. Die Entwicklungsdauer ist unabhängig von der Art der Ernährung. Als Mindestzeitspanne für das Durchlaufen der Stadien Ei, Larve, Protonymphe, Tritonymphe bis zur Häutung zum geschlechtsreifen Tier wurden 7 Tage beobachtet, als längste Dauer 179 Tage, doch liegt die Zeit im allgemeinen wohl zwischen 10 Tagen und 3 Wochen (Tabelle 5). Über die unterschiedliche Dauer auch der einzelnen Stadien kann nur das gleiche festgestellt werden, wie für die anderen Arten. Eine Gesetzmäßigkeit ist nicht zu erkennen.

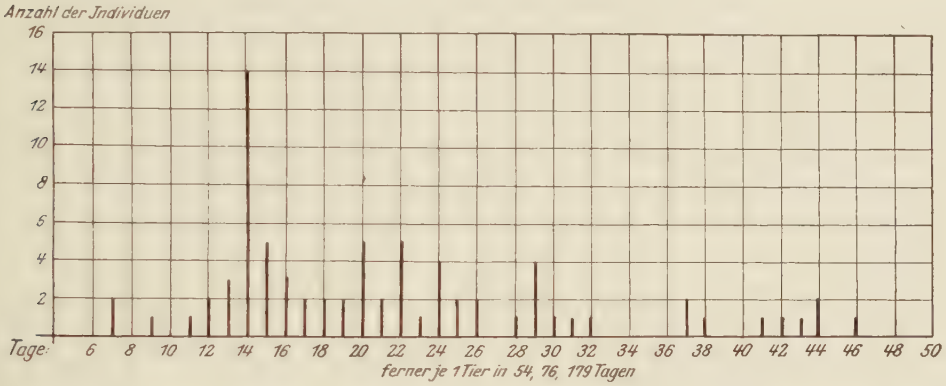


Tabelle V. *Tyrophagus dimidiatus* (Hermann 1804). Entwicklungsdauer vom Ei zum geschlechtsreifen Tier (78 Individuen)

Das heteromorphe Deutonymphenstadium (Hypopus) trat nach mehr als einem Jahr sorgfältiger Kontrolle der Massenzuchten in einer an faulenden Kartoffeln im Zimmer gehaltenen Zucht in sehr geringer Anzahl (etwa 7—8 Fälle) auf. Diese große Seltenheit erklärt auch, daß nur in äußerst wenigen Fällen in der Literatur das Auftreten berichtet wird (Lignières 1893, Michael 1903). Die wesentlichen morphologischen Kennzeichen dieses Stadiums sind von Michael beschrieben worden, und ich möchte hier daher nur einige ergänzende Hinweise in bezug auf das Verhalten dieses Stadiums geben. Der Hypopus (Abb. 10), welcher mit kurzen starken Beinen und einer sehr großen Saugnapfplatte versehen ist, wandert langsam auf der Oberfläche seines Substrates umher, vermeidet aber dabei gleich den übrigen Stadien dieser Art das Licht. Er reagiert außerordentlich rasch auf einen ihn berührenden Gegenstand, Nadel oder Haar, ergreift diesen sofort und heftet sich mittels der Saugnäpfe fest. In diesem Zustand ist er ohne Beschädigung nicht abzustreifen. In die günstigeren Bedingungen des Thermostaten verbracht, trat eine Weiterentwicklung meist im Laufe von 48 Stunden spätestens nach 6 Tagen ein.

Feinde der Tyroglyphiden

Als Feinde der Tyroglyphiden konnte ich in den Wohnungen *Cheyletus eruditus* (Schrank 1781), *Cheletomorpha venustissima* (C. L. Koch 1839), Laelaptiden und einen Bücherskorpion feststellen. Es gelang mir, die Laelaptiden und Cheyletiden längere Zeit hindurch zu halten. Bei reichlich vorhandenen Futtermilben (meist wurde bei den Versuchen *T. dimidiatus* gereicht) verzehrten sie etwa 5—10 am Tage, konnten aber auch mit einer je Tag am Leben gehalten werden. Wie die Laelaptiden ihre Beute aussaugen, konnte ich nicht näher beobachten, da bei der leisesten Beunruhigung die Tiere sofort davonliefen. *Cheyletus eruditus* ergreift eine vorübereilende Milbe an einem Bein. Die kräftigen Chelizeren dringen durch das Chitin und die Milbe wird ausgesogen. Kurze Zeit nach dem Einschlagen der Chelizeren ist die Tyroglyphide scheinbar gelähmt. Ob die Lähmung durch ein giftiges Sekret erfolgte, konnte ich nicht feststellen. Ist die Milbe ausgesogen, so löst Cheyletus die Chelizeren und läßt die leere Haut fallen. *Cheletomorpha venustissima* hält das erste Beinpaar, welches als Taster benutzt wird, während des Fressens weit zurückgelegt und hebt auch das Beutetier mit fortschreitendem Aussaugen langsam hoch. *Cheletomorpha* konnte ich auch weiter züchten. Die beobachtete Entwicklungsdauer betrug 17—20 Tage bei etwa 30 Nachkommen eines Weibchens. Diese Zeit verteilte sich in den beobachteten Fällen auf die Stadien

Ei	4—5 Tage
Larvenzeit	4—5 „
1. und 2. Nymphenzeit . . .	9 „

fast in gleicher Weise. Eine Beschreibung der Stadien findet sich bei Oudemans, Michael 1878 und Kramer 1881. Die Eier werden nach der Ablage manchmal mittels der Chelizeren vorsichtig ergriffen und an andere Stellen transportiert. Erst später werden sie gleich den Eiern von *Cheyletus heteropalpus* festgesponnen (Megnin). Der Spinnfaden scheint ein Sekret der Speicheldrüsen zu sein. Er ist sehr dünn, und wie man beim Herauspräparieren der Eier feststellen kann, ziemlich elastisch.

Einfluß der Feuchtigkeit

Im Laufe meiner Untersuchungen hatte ich stets beobachtet, daß die Feuchtigkeit von grundlegender Bedeutung für das Leben und für eine Massenentwicklung der Tyroglyphiden ist. Ich vermute, daß es auf sie zurückzuführen ist, wenn Rodionow 1937 in seiner Arbeit, in welcher er eine Vernichtung der Milben durch häufiges Umlagern der Vorräte vorschlägt, diese Milbe im Hochsommer nicht züchten konnte. Auch wird die Vernichtung weniger auf ein Zerquetschen als auf eine durch die Umlagerung herbeigeführte größere Trockenheit zurückzuführen sein. Ich machte es mir nun zur Aufgabe, festzustellen, bei welchem relativen Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft die

Existenzgrenze für diese Milben liegt. Als Temperatur wählte ich wie bei den übrigen Untersuchungen 25° C. Für diese Versuche verwendete ich *T. dimidiatus* aller Entwicklungsstadien, da mir von dieser Art das meiste Material zur Verfügung stand, und sie nach den bisherigen Beobachtungen sich in bezug auf die Feuchtigkeit ebenso verhielt wie die Glycyphagen und *C. lactis*. Angaben über das Verhalten der Dauerstadien (Hypopi) kann ich, da mir für diesen Zweck kein ausreichendes Material zur Verfügung stand, nicht machen. Als Versuchsbehälter wählte ich Petrischalen, welche ich in der von Zwölfer angegebenen Weise benutzte.

Zunächst stellte ich mittels reinem Natriumchlorids einen Feuchtigkeitsgehalt von 75 % her. Die Tiere blieben am Leben, wurden in ihren Bewegungen jedoch träger und vermehrten sich nicht so lebhaft wie bei dem Feuchtigkeitsgehalt von 98 %. Zahlenmäßig konnte ich den Unterschied wegen der großen Variationsbreite aller Lebensäußerungen nicht erfassen.

Als nächste Stufe für die Versuchsreihe wählte ich Kalziumnitrat ($Ca\,NO_{3/2}$), welches die Eigenschaft besitzt, eine Luftfeuchtigkeit von 54 % herbeizuführen. Die diesen Bedingungen ausgesetzten Milben verhielten sich alle gleich. Nach 24 Stunden waren einige wenige bereits tot, die übrigen krochen sehr träge umher. Die bei Versuchsbeginn am Vortage prallen, weißlichen Tiere waren stark geschrumpft und glasig-durchsichtig. Die vorher glatte Chitinhaut zeigte mannigfache Einbeulungen. Die Tiere machten also den Eindruck, als seien sie am Vertrocknen. Brachte ich solche Exemplare zurück in die günstigen Bedingungen von 98 %, so erholten sich einzelne noch, die Mehrheit jedoch verhielt sich, wie die in der 54 % Luft verbleibenden Tiere, d. h. sie waren nach weiteren 24 Stunden alle tot. Die Tiere sind also nur bis 48 Stunden in einer Feuchtigkeit der Luft von 54 % existenzfähig. Dieses Ergebnis konnte ich auch für das Verhalten bei Zimmertemperatur bestätigen. Die Zuchtschalen, welche bei Zimmerluftfeuchtigkeit gehalten wurden, standen, wie anfangs erwähnt, um ein Entkommen der Tiere zu verhindern, in großen, mit Wasser gefüllten Becken. Bei stark besetzten Zuchten laufen die Tiere auf der Außenseite der Schalen umher. Nun betrug aber die Luftfeuchtigkeit in der entsprechenden Höhe über dem Wasserspiegel nur 50—55 %. Die Tiere, welche sich dort aufhielten, mußten also entweder zugrunde gehen oder ständig wieder in die Schale hineinkriechen. Ich umgrenzte, um diese Frage zu entscheiden, einen Teil des Gefäßdeckels mit Raupenleim. Die auf diese Art isolierten Individuen waren nach 48 Stunden sämtlich tot, so daß man zu der Annahme kommen muß, daß stets andere Individuen auf den Schalen umherwandern. Leider gelang es mir nicht, die Grenzen von 75 % und 54 % weiter einzuengen, da ich keine Möglichkeit fand, dazwischenliegende konstante Feuchtigkeitsstufen herzustellen. Schwefelsäure erwies sich als ungeeignet, da der Ausgleich der Feuchtigkeit auf die gewünschte Stufe zu lange Zeit (über

12 Stunden) in Anspruch nahm und die Versuchsschalen zu genauen Beobachtungen täglich geöffnet werden mußten. Außerdem verlor die Schwefelsäure zu rasch die gewünschte Konzentration durch Wasseraufnahme bzw. durch Wasserabgabe. Die den Tabellen von Landolt-Börnstein entnommenen Salze ($FeSO_4 . 7 H_2O$) für 61 % und ($ZnSO_4 . 7 H_2O$) für 65 % erwiesen sich ebenfalls als ungeeignet, da eine genaue Einstellung auch nach Tagen nicht erfolgte.

Zusammenfassend möchte ich betonen, daß bei 55 % die Tiere binnen kurzer Zeit zugrunde gehen und bei 75 % voll existenzfähig sind. Die Grenze, an der die Tiere zwar noch am Leben bleiben, aber eine Vermehrung nicht mehr stattfindet, dürfte meiner Schätzung nach ungefähr bei 60 % relativer Feuchtigkeit der umgebenden Luft liegen.

II. Anatomische Untersuchungen

Material und Methode

Das Material für die anatomisch-histologischen Untersuchungen stammte bei *G. domesticus* (rund 20 Serien), *G. cadaverum* (rund 20 Serien), *T. dimidiatus* (rund 75 Serien) *und C. lactis* (rund 20 Serien) aus den oben besprochenen Zuchten. Ferner untersuchte ich *Cologlyphus spinitarsus* (Hermann 1804) (rund 65 Serien) und die Deutonymphe von *Anoetus* [1]). Diese beiden Arten züchtete ich während der Dauer der Untersuchungen an stark faulenden Kartoffeln. Die Zuchten gediehen gut, so daß ich stets genügend Material von diesen Arten hatte. Für die Nachprüfung der Bestimmung von *C. spinitarsus* bin ich Herrn Dr. H. Graf Vitzthum zu Dank verpflichtet.

Während die früheren Untersuchungen über anatomische Verhältnisse meist an Totalpräparaten gemacht wurden, und von der Verwendung von Schnittserien wegen der noch in den Anfängen stehenden Technik auf diesem Gebiete nur wenig Gebrauch gemacht wurde, machte ich meine Untersuchungen fast ausschließlich an Schnittserien von 4—5 μ Dicke. Nur für wenige ergänzende Feststellungen untersuchte ich Totalpräparate. Diese wurden hergestellt durch Übertragen der Tiere in Liquide de Faure. Eine Färbung der Tiere ohne Anstich ist nicht möglich, da das Chitin sich für Farbstoffe als undurchlässig erwies. Das Material wurde, da alle anderen Fixierungsmittel versagten, fast ausschließlich mit warmer Carnoymischung (40 ° C) fixiert, nur in wenigen Fällen wurde auf 60—70 ° C erhitztes Zimmersches Gemisch verwendet. Als Zwischenmedium für die Paraffineinbettung wurde Chloroform benutzt. Wegen der großen Brüchigkeit des Chitins mußten bei der Herstellung aller Serien die einzelnen Schnitte mit Mastix-Collodium (Heider) überstrichen werden. Gefärbt wurden die

[1]) Da diese beiden Arten nicht zu den eigentlichen Wohnungsmilben zu rechnen sind, gebe ich Näheres über Zucht und Verhalten nicht an. Ich habe bei den Arten unter Tausenden von Tieren stets zahlreiche Hypopen (mehrere hundert) erhalten.

Schnitte meist mit Hämatoxylin-Eosin oder Heidenhains Eisenhämatoxylin-Lichtgrün. Die Objekte erwiesen sich als außerordentlich schwer färbbar. Die Färbezeiten mußten daher stark verlängert werden. An einigen Objekten wurde die Feulgensche Nuklealreaktion durchgeführt.

Anatomie der Imagines

Aus der hervorragend genauen Arbeit Nalepas sind die Grundzüge der Anatomie der erwachsenen Tyroglyphiden im wesentlichen bekannt. Der Verfasser benutzte zu seinen Untersuchungen *Trichodactylus anonymus (C. lactis)* und *Tyroglyphus longior (T. dimidiatus)*. Meine Untersuchungen bezogen sich auf alle S. 272 erwähnten Arten. In den Hauptpunkten stimmen die anatomischen Verhältnisse der genannten Formen überein[1]), doch ergaben sich auch einige artliche Unterschiede. Um das Verständnis zu erleichtern, seien die von Nalepa und später auch von Michael gemachten Feststellungen hier kurz wiederholt und im Anschluß daran die Unterschiede hervorgehoben (Abb. 4 u. 5).

Abb. 4. *Glycyphagus domesticus* ♂. Medianer Sagittalschnitt

Abgesehen von den Geschlechtsorganen und deren Anhängen bestehen keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern.

Die folgende Schilderung des Darmtrakts und seiner Anhangsorgane, die in der Hauptsache mit den Angaben Nalepas und Michaels übereinstimmt, bezieht sich zunächst auf *Tyrophagus dimidiatus*. Der Darmtrakt beginnt mit dem Oesophagus, der sich langsam erweiternd und ansteigend nach rückwärts erstreckt.

Die *Tunica propria* liegt nicht in Falten, wie Nalepa schreibt, sondern ist, wie Michael bemerkt, glatt. Muskulatur konnte ich

[1]) Daher macht es für die folgende kurze Schilderung auch nichts aus, von welcher Art die erläuternden Abbildungen gegeben werden. Ich wähle — da es aus Raummangel nicht möglich ist, für jede Art Bilder zu bringen — nur drei Zeichnungen, zwei von *G. domesticus* (Abb. 4 u. 5), eine von *Caloglyphus spinitarsus* (Abb. 6).

nicht feststellen. Der Oesophagus tritt durch einen engen Kanal, welcher Hirnganglion und Bauchganglion trennt. Der enge Raum zwischen Oesophagus und Ganglion ist von einem kernreichen Bindegewebe erfüllt. Bei der Mündung in den Magenraum springt die Wandung des Oesophagus ein wenig in das Lumen des Magens vor. Der Magen, der je nach dem Ernährungszustand mehr oder weniger hochgewölbt ist, zieht fast parallel der Körperunterseite nach rückwärts. Auf Frontalschnitten kann man die Form, welche einem Dreieck mit abgerundeten Ecken entspricht, deutlich erkennen. Die Spitze des Dreiecks entspricht der Mündung des Oesophagus. Das Magenepithel besteht aus ziemlich großen, flachen Zellen, welche sich gleich denen des übrigen Darmtraktes mit Hämotoxylin sehr stark färben und den großen, in der Mitte der Zelle gelegenen Kern, nur schwer erkennen lassen. Die hinteren beiden Ecken des Magens setzen sich in weite Blindsäcke fort, die fast bis an die Rückseite des Körpers reichen. Man erkennt sie auf allen Schnitten sehr leicht durch die lebhafte sekretorische Tätigkeit ihrer Epithelzellen. Das Sekret wird in den Zellen angereichert. Diese schwellen in das Lumen vor und schließlich löst sich der obere, nunmehr kolbenförmig gewordene Teil der Zelle samt der Sekretmasse und geht in das Lumen der Blindsäcke über. Zwischen den beiden Blindsäcken entspringt, nur durch eine leichte Abschnürung getrennt, der Enddarm. Am Enddarm kann man zwei Abschnitte deutlich unterscheiden. Der vordere ist kugelförmig und liegt mit dem Magen in einer Höhe, der hintere wird durch das fast senkrecht abwärts gerichtete Rectum gebildet. Auch die Beschaffenheit des Epithels

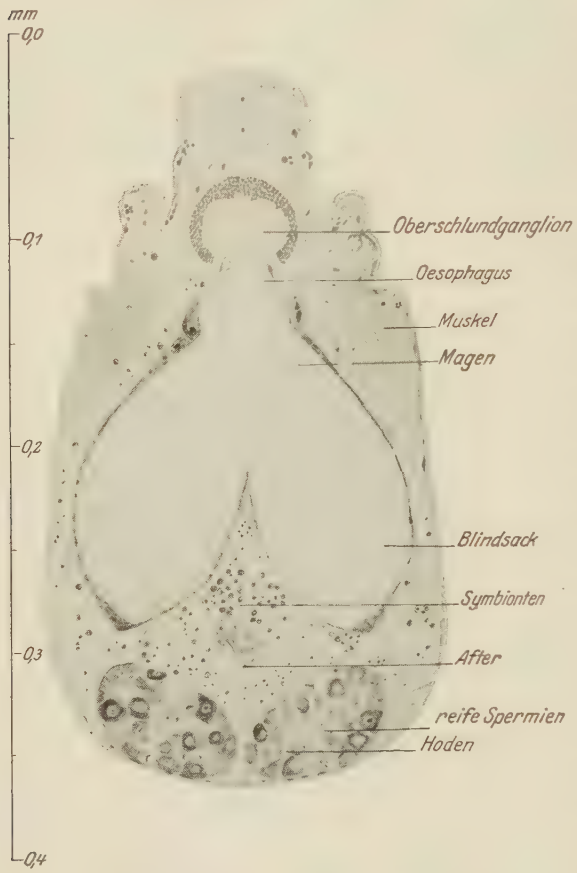


Abb. 5. *Glyciphagus domesticus* ♂. Frontalschnitt

läßt Unterschiede zwischen beiden Abschnitten erkennen. Die Zellen des ersten Abschnittes gleichen meist denen des Magens. Im absteigenden Teil geht dieses Epithel allmählich in ein sehr dünnes, flaches Epithel über. Der spaltförmige After ist verhältnismäßig groß. An der Grenze der beiden Enddarmabschnitte münden die beiden Malpighischen Schläuche, welche nicht immer leicht zu finden sind. Am besten erkennt man sie auf Transversalschnittserien. Sie erstrecken sich nur ein kurzes Stück nach vorne und liegen dem kugeligen Teil des Enddarms an. Ihr Bau läßt keine Besonderheiten erkennen.

Bei den übrigen Arten liegen wesentliche Unterschiede zu den bei *T. dimidiatus* geschilderten Verhältnissen nicht vor. Bei *C. lactis* sind die Blindsäcke wesentlich kürzer und reichen nur knapp bis seitlich des absteigenden Teiles des Enddarmes. Bei den beiden Glycyphagen ist der Oesophagus wesentlich weiter und gedrungener. Bei diesen beiden Formen fehlen auch die Malpighischen Schläuche. Michael stellte dieses für *Glycyphagus platygaster* (Michael 1886) fest. Es hat also den Anschein, daß dieses Fehlen ein anatomisches Kennzeichen der Gattung ist. Bei *Caloglyphus spinitarsus* sind die sonst üblichen Proportionen zwischen Vorderende - Magenbeginn und Magenbeginn-Hinterende zugunsten der letzteren verschoben, wie auch schon aus dem Habitus des lebenden Tieres hervorgeht. Bei *C. lactis* liegt vor dem Ganglion oberhalb des Oesophagus eine Kernmasse, welche wohl als Speicheldrüse oder Maxillardrüse aufzufallen ist. Über die Struktur dieses Organes kann ich jedoch keine genaueren Angaben machen.

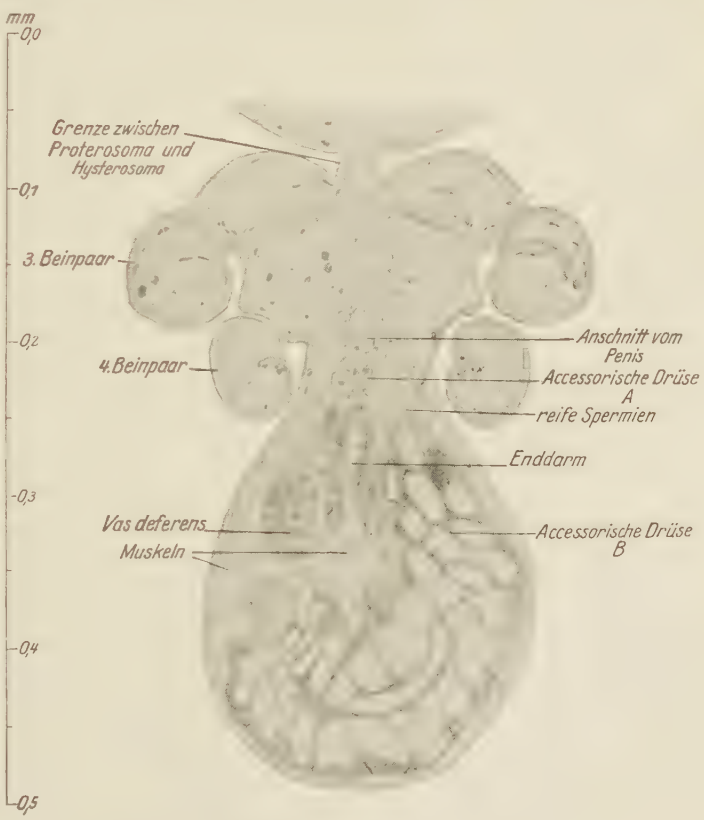


Abb. 6 *Caloglyphus spinitarsus* ♂. Frontalschnitt

Auch bei den übrigen Formen findet sich an dieser Stelle, wenn auch weniger stark ausgeprägt, eine Anhäufung von Kernen, über deren Aufgabe und Funktion ich näheres nicht feststellen konnte.

Für den Geschlechtsapparat (Abb. 6, *C. spinitarsus*) folge ich zunächst wieder Nalepa, der in diesem Falle *C. lactis* gewählt hat. Der männliche Genitalapparat beginnt mit zwei paarig seitlich des letzten Darmabschnittes gelegenen Hoden (vgl. Abb. 5). Die sehr großen, sich mit Hämatoxylin tief dunkelblau färbenden Zellen umschließen ein Lumen, das den Anfang des Ausführganges darstellt; in beiden findet man Spermien, die in keiner Weise von denen abweichen, die man im Receptaculum seminis des Weibchens findet. Es handelt sich also wohl schon um reife Spermien. Stadien der Bildung der Spermien konnte ich auf keiner Schnittserie feststellen. Die Vasa deferentia, welche sehr weit und dicht mit reifen Spermien gefüllt sind, ziehen der Unterseite des Körpers fast unmittelbar anliegend nach vorne zur äußeren Geschlechtsöffnung. Wenig davor verengen sie sich und vereinigen sich mit dem Ausführungsgang der beiden accessorischen Drüsen zur Bildung des kurzen Ductus ejaculatorius. Man unterscheidet die beiden Drüsen der äußeren Form und Lage nach. Das von Nalepa als große kugelige Drüse A bezeichnete Organ liegt unmittelbar über dem Penis und füllt bei *C. lactis* den Raum zwischen Rectum, kugeligem Enddarm und den Magenblindsäcken fast vollständig aus. Diese Drüse besteht aus großen, ziemlich flachen Zellen, deren Plasma sich mit Eosin färbt und in deren Mitte der Kern liegt. Die zweite accessorische Drüse B hat bei *C. lactis* eine halbmondförmige Gestalt und liegt symmetrisch vor dem Ductus ejaculatorius unter dem Magen. Die beiden Spitzen reichen bis zur Höhe der Epimeren des zweiten Beinpaares nach vorne und krümmen sich ein wenig zwischen seitlicher Leibeswand und Magen nach aufwärts. Diese Drüse zeigt einen eigentümlich gekammerten Bau (Abb. 6). Ihr homogenes Sekret färbt sich mit Eosin schwachrot, während die Zellen selbst sich sehr intensiv mit Hämatoxylin blau färben. Der median liegende Ausführungsgang ist außerordentlich kurz und nur sehr schwer abzugrenzen.

Bei *T. dimidiatus*, den Glycyphagen und *C. spinitarsus* liegen die Unterschiede im Bau der männlichen Geschlechtsorgane nur in der Lage und Form der beiden accessorischen Drüsen. Bei den beiden untersuchten Glycyphagen ist die Drüse A sehr verschieden stark ausgebildet. Bei einigen Individuen konnte ich sie auf Schnittserien kaum feststellen, bei anderen hingegen war sie ebenso groß wie bei *C. lactis*, und auch der Lage entsprechend. Die zweite accessorische Drüse B hat eine birnförmige Gestalt und liegt mit dem breiten Hinterende auf eine Seite des Tieres verschoben vor den Hoden oberhalb der Samenleiter. Ihr großes Lumen ist mit dem gleichen homogenen Sekret erfüllt wie bei *C. lactis*. Bei *T. dimidiatus* und *C. spinitarsus* (Abb. 6) ist die Drüse A, die man der ganzen Struktur nach wiedererkennt, sehr

klein und besteht nur aus wenigen Zellen. Sie liegt bei diesen Arten der ventralen Körperwandung fast unmittelbar oberhalb des Penis an; und bei *T. dimitiatus* ist sie nur auf besonders günstigen Frontalschnitten zu finden, so daß es leicht verständlich ist, daß Nalepa sie bei seinen Untersuchungen nicht erwähnt. Die zweite Drüse B hat nicht die symmetrische Lage unterhalb des Magens wie bei *C. lactis*, sondern ist einseitig verlagert und schmiegt sich der rechten Körperseite nach hinten ziehend und die Hinterleibsspitze ganz ausfüllend der Körperwandung an. Auf der linken Körperseite ragt sie niemals weiter nach vorn, als bis zur Gegend des Rectums. Die gekammerte Struktur und die homogene Beschaffenheit des Sekretes stimmen mit den für *Carpoglyphus* geschilderten Verhältnissen überein. Der Ausführgang beginnt am Vorderende. Beide Drüsen münden bei allen bisher untersuchten Tyroglyphiden übereinstimmend am Übergang der Vasa deferentia in den Ductus ejaculatorius.

Die inneren Geschlechtsorgane des weiblichen Tieres bestehen aus den Ovarien, Ovidukten und dem Receptaculum seminis. Accessorische Drüsen sind im weiblichen Geschlecht nicht vorhanden. Die beiden Ovarien haben eine kugelige bis eiförmige Gestalt und liegen entsprechend den Hoden zu beiden Seiten des Rectums in der äußersten Hinterleibsspitze. Die Zellen der Ovarien sind außerordentlich groß. Der Kern, der von einer etwas helleren Zone im Plasma umgeben ist, färbt sich gleich dem Plasma mit Hämatoxylin intensiv blau. Nähere Beobachtungen über die Entstehung der reifenden Eier konnte ich nicht machen. Vom Vorderende der Ovarien gehen die Oviducte ab. Sie ziehen jedoch nicht wie die Vasa deferentia in gerader Richtung nach vorne zur äußeren Öffnung für die Geschlechtsprodukte, sondern machen mehrere Windungen, bevor sie sich zu der kurzen Vagina vereinigen, die von hinten kommend in die Vulva mündet. Da die Oviducte mit reifenden Eiern gefüllt sind, sind sie oft sehr stark verlagert und im Verlauf nur schwer zu erkennen. Das Receptaculum seminis, welches von einem flachen Epithel ausgekleidet ist, liegt in dem Raume zwischen Rectum und hinterer Körperwandung. Am äußersten Hinterleibende gewahrt man am Grunde einer kleinen schüsselförmigen Vertiefung eine kleine Öffnung, welche durch einen kurzen, mit Chitin ausgekleideten Gang in das Receptaculum seminis führt. Die Spitze des Penis ruht während der Kopulation in dieser Öffnung. Bei den beiden Glycyphagusarten ist diese Öffnung von einer Chitinröhre umgeben. Handelt es sich um bereits begattete Weibchen, so findet man im Receptaculum reichlich Sperma, umgeben von einem homogenen Sekret, welches vermutlich aus der accessorischen Drüse B des Männchens stammt. Eine Rückbildung des Receptaculums nach erfolgter Begattung während der Eireife und Eiablage, wie Mégnin beobachtet haben will, habe ich niemals gefunden. Vom Receptaculum führen zwei kurze, ziemlich weite Gänge zu den Ovarien. Sie münden an einer Stelle, wo noch keine Differenzierung der Eizellen er-

kennbar ist. Wann und an welcher Stelle die Befruchtung der Eier stattfindet, konnte ich leider nicht feststellen; weder in diesen Gängen, abgesehen vom Anfangsteil, noch in den Ovarien selbst habe ich Spermien gesehen. Erwähnenswerte Unterschiede im Bau der weiblichen Geschlechtsorgane der untersuchten Arten fanden sich nicht.

Das Nervensystem der Tyroglyphiden (vgl. Abb. 4) ist weitgehend konzentriert, und zeigt nur eine Scheidung in Oberschlundganglion oder Hirnganglion und Unterschlundganglion oder Bauchmark. Sein Bau, sowie die feinere Struktur war bei allen untersuchten Formen gleich. Abweichungen fanden sich nur in der Größe relativ zur Gesamtgröße des Tieres und in der Form, welche manchmal mehr, manchmal weniger gewölbt oder abgeflacht sein kann. Weder die Anordnung der Ganglienzellen noch eine bestimmte Verteilung der faserigen Elemente verraten eine Gliederung des Bauchmarks. Auch die Verbindung des Bauchmarks mit dem Hirnganglion ist sehr innig. Die beiden stehen nicht nur durch Commissuren in Verbindung, sondern sie sind sogar so weit verschmolzen, daß nur der enge Kanal für den Oesophagus frei bleibt. Die äußere Gestalt des Hirnganglions ist folgende: Am Vorderende dem Oesophagus aufliegend, zeigt es dorsal eine seichte mediane Mulde und nach rückwärts nimmt es an Masse zu, indem die obere Begrenzung stärker ansteigt als der Oesophagus, welcher die untere Begrenzung bildet. Am hinteren Ende fällt die Wandung steil ab. Ganglienkerne sind hier nicht vorhanden. — Das Bauchmark hat die Gestalt einer ventral etwas vorgewölbten Platte. Es liegt etwas weiter nach hinten als das Hirnganglion. Nerven sind bei den Tyroglyphiden nur sehr schwer zu erkennen und nur eine kurze Strecke lang zu verfolgen. Sie sind kenntlich durch die regelmäßige Anordnung der kleinen ebenso wie die des Ganglions gebauten Kerne. Aus dem Vorderende des Hirnganglions entspringen, wie man auf Frontalschnitten feststellen kann, vier Nerven. Ein Paar führt zu den Kieferfühlern, ein Paar zu den Maxillarpalpen. Weitere Nerven konnte ich vom Hirnganglion ausgehend nicht feststellen. Am Bauchmark kann man, ebenfalls am besten an Frontalschnitten oder an frischen Totalpräparaten (lebend in Liquide de Faure), den Ursprung von sechs Nervenpaaren erkennen. Das vordere Nervenpaar führt ebenfalls zu den Mundwerkzeugen. Die folgenden vier Nervenstämme führen zu den vier Beinpaaren. Das letzte Nervenpaar führt ein kurzes Stück nach hinten und läßt sich dann nicht mehr mit Sicherheit verfolgen. Ich nehme an, daß es die Versorgung der inneren Organe übernimmt. Histologisch erscheint die Hauptmasse des Nervenzentrums als eine homogene Masse, deren feinfaserige Struktur nur selten mit stärkster Vergrößerung in der Nähe der Austrittsstellen der Nerven sichtbar wird. Irgendwelche Septen bindegewebiger Art sind nicht festzustellen. Die periphere Ganglienschicht ist sehr gleichmäßig gebaut. Sie setzt sich vom Hirnganglion auf die seitlichen Abschnitte fort und dehnt sich auf die ventrale Fläche des Bauchmarks aus. Die dorsale Fläche des

Bauchmarks, die ventrale Fläche des Hirnganglions, sowie die rückwärtige Fläche beider Nervensystemteile weisen keine Ganglienzellen auf.

Die Chitindecke von *C. lactis, T. dimidiatus* und *C. spinitarsus* erscheint als eine dünne strukturlose Schicht. Wo sie eine bedeutendere Stärke annimmt, erkennt man einen schichtenförmigen Aufbau. Durch Einlagerung von Kalksalzen, wie sie Nalepa für *T. dimidiatus* nachwies, kann sie dann hart und sehr brüchig werden. Das gleiche Verhalten liegt auch bei den anderen Arten vor. Bei *G. domesticus* erscheint sie auf Sagittalschnitten mit feiner Riefelung versehen. Bei *G. cadaverum* sind scheinbar porenartige Vertiefungen vorhanden. Die Hypodermis besteht aus einer Schicht flacher, undeutlich begrenzter Zellen mit verhältnismäßig wenigen Kernen. Kurze Zeit nach der Häutung sind die Kerne zahlreicher, doch habe ich Kernteilungen nie beobachtet.

Die Öldrüsen werden seit Nalepas Untersuchungen als echte Hautorgane aufgefaßt. Sie liegen zu beiden Seiten des Abdomens etwas hinter dem letzten Beinpaar. Es sind ziemlich große, mit einem flachen Epithel ausgekleidete Höhlungen mit einer nach außen führenden Öffnung. Sie enthalten bei den verschiedenen Arten verschieden dunkel gefärbtes öliges Sekret.

Das die Zwischenräume der Organe ausfüllende Gewebe besteht aus sehr großen Zellen mit großen Kernen. Die Zellgrenzen sind jedoch oft nur sehr schwer feststellbar. In diese Zellen eingelagert, vielleicht auch hier und da zwischen diesen, finden sich in stark wechselndem Maße Bestandteile, welche man für Reservestoffe halten könnte. Die stets rundlichen Gebilde zeigen recht verschiedene Größe und Färbbarkeit. Die kleinsten (1,5—2,3 μ) färben sich mit Hämatoxylin sehr dunkel; die in der Größe folgenden (etwa 3,0—9,0 μ) zeigen häufig ein dunkleres Zentrum und einen helleren Hof; je größer die Gebilde sind (bis zu 15 μ), um so blasser und einheitlicher wird die Färbung. Die verschiedenen Sorten liegen oft nesterartig (in einer großen Zelle?) zusammen. Man könnte bei diesen Gebilden auch an Symbionten[1]) denken. Die Tatsache, daß eine Färbung mit Feulgenscher Nuklealreaktion nicht eintritt, wäre kein Gegenbeweis, da Saccharomyceten z. B. ebenfalls mit Feulgen nicht nachweisbar sind. Auf der Abbildung des Frontalschnittes (Abb. 5) sind sie mit eingezeichnet, während sie auf allen anderen Abbildungen fortgelassen sind.

Die eine Zucht von *Tyrophagus dimidiatus* war stark mit Sporozoen infiziert, wie Herr Prof. Dr. E. Reichenow feststellte, dem ich für seine Freundlichkeit bestens danke.

[1]) Herrn Dr. A. Koch-Breslau, dem ich dafür herzlichst danke, war so freundlich, einige Schnittserien, die ich ihm zusandte, durchzusehen. Nach seiner Ansicht handelt es sich nicht um Symbionten, sondern um Stoffwechselprodukte unbekannter Art.

Auf die Muskulatur möchte ich in dieser Arbeit nicht näher eingehen, da sie von Nalepa und von Michael eingehend geschildert worden ist. Hervorheben möchte ich nur die auffallende Verschiedenheit in der Dichte der Querstreifung, wie sie besonders an Präparaten von *C. spinitarsus* hervortrat.

Anatomie der Entwicklungsstadien

Mit dem Bau der geschlechtsreifen Tiere stimmt der der Larven, Proto- und Tritonymphen im wesentlichen überein. Die Gonaden sind auf dem Larvenstadium als paarige, kugelige Zellhaufen erkennbar. Sie bestehen aus außerordentlich kleinen Zellen, deren Grenzen nur schwer erkennbar sind. Im Protonymphenstadium ist bereits von der Anlage der Gonade ausgehend ein Zellstrang gebildet worden, welcher den späteren Ovidukten bzw. Vasa deferentia entspricht. Im Tritonymphenstadium kann man die Geschlechter schon daran unterscheiden, daß im männlichen Geschlecht die Anlagen der accessorischen Drüsen hervortreten. Das Receptaculum entsteht nach meinen Beobachtungen als eine Einstülpung der Hypodermis der Abdominalwand während der letzten Häutung. Während Nalepa die Entstehung bereits in die Zeit nach der Häutung der Protonymphen verlegt.

Anatomie der heteromorphen Deutonymphen

Enzio Reuter stellt in seiner Arbeit über Morphologie und Ontogenie der Acariden die Hypothese auf, die Hypopusstadien bzw. Deutonymphen der verschiedenen Tyroglyphiden stellten eine Reduktionsreihe dar. Ich habe es mir nun zur Aufgabe gemacht festzustellen, inwieweit bei den verschiedenen Arten die anatomischen Verhältnisse dieser Stadien von denen des voraufgegangenen und des nachfolgenden abweichen [1]).

Um das Ergebnis gleich vorwegzunehmen: Die anatomischen Verhältnisse der vier untersuchten Stufen zeigen, daß jeder nach der äußeren Morphologie aufgestellten Stufe ein genau bestimmbarer Grad der Reduktion der inneren Organisation entspricht.

Folgende Stufen der fortschreitenden Reduktion sind zu unterscheiden, als deren Vertreter ich die im folgenden aufgeführten Arten untersuchte:

Stufe I: Frei beweglicher, lebhaft wandernder Hypopus mit kleiner Saugnapfscheibe.
Carpoglyphus lactis (Abb. 1).

Stufe II: Frei beweglicher, träger Hypopus mit kurzen Beinen und großer Saugnapfscheibe.

[1]) Es wurden auf Schnittserien untersucht: 9 Hypopen von *C. lactis*, 17 Hypopen von *C. spinitarsus*, 2 Hypopen von *T. dimidiatus*, 10 Hypopen von *Anoetus spec.*, 19 Hypopen von *G. cadaverum*, 69 Hypopen von *G. domesticus*; dazu noch 63 Hypopen von den nachträglich konservierten (vgl. S. 265) Tieren (nur 2 davon waren in der Weiterentwicklung begriffen).

Caloglyphus spinitarsus (Abb. 8). *Tyrophagus dimidiatus* (Abb. 10), *Anoetus spec.* (Abb. 11).

Stufe III: Meist in der Protonymphenhaut liegender, nur mit rudimentären Beinen versehener Hypopus.
Glycyphagus cadaverum (Abb. 12 u. 13).

Stufe IV: In der Protonymphenhaut verbleibender, der Bewegung unfähiger Hypopus ohne Beine.
Glycyphagus domesticus (Abb. 15 u. 16).

a) Stufe I

Daß bei dem Hypopus von *C. lactis* (Abb. 1) die Muskulatur der Beine den äußeren morphologischen Merkmalen (vgl. S. 259) ensprechende Abwandlungen erfahren hat, ist fast selbstverständlich. Aber auch die Körpermuskulatur ist ziemlich weitgehend verändert. Die Muskulatur der Mundwerkzeuge ist mit diesen zugleich vollkommen verschwunden. Von den Muskelsträngen, die von der dorsalen Körperwandung zum Capitulum führen, sind nur noch wenige kurze Muskelstückchen vorhanden, die offensichtlich keinerlei Funktion mehr ausüben können. Der mit kurzen Borsten besetzte Mundkegel ist mit Bindegewebe und zuweilen noch mit solchen Muskelresten ausgefüllt. Neu treten hingegen die Muskeln auf, welche von der Saugnapfplatte ausgehen und zur hinteren Körperwandung führen. Man erkennt auf einem medianen Sagittalschnitt, wie ihn die Abb. 7 zeigt, sechs hintereinander liegende Muskelbündel.

Abb. 7. *Carpoglyphus lactis.* Hypopus. Medianer Sagittalschnitt

Der Darmtrakt hat nur wenige Veränderungen erfahren. Der Oesophagus beginnt blind am Vorderende des Ganglions, er ist vollständig

kollabiert und stellt einen soliden Zellstrang dar. Auch auf Querschnitten ist ein Lumen zwischen den Zellen nicht zu erkennen. Der vollständig leere Magen hat an Größe etwas verloren, ebenso die Blindsäcke, deren Zellen nicht in Tätigkeit sind und daher den typischen Charakter sekretorisch tätiger Zellen verloren haben. Von einer nennenswerten Reduktion braucht hier jedoch noch nicht die Rede zu sein; die Veränderungen können allein durch die Funktionslosigkeit erklärbar sein. Der Enddarm hat keinerlei Veränderung erfahren, ebenso sind die Malpighischen Gefäße unverändert vorhanden. Zwischen dem Rectum und der hinteren Körperwandung erkennt man median gelegene Drüsenschläuche. Ich möchte annehmen, daß es sich um Drüsen handelt, welche ein Sekret für die Saugnapfplatte liefern, denn bei den übrigen Stadien dieser Art ist an der entsprechenden Stelle keine in dieser Weise gebaute Drüse vorhanden. Das den Speicheldrüsen der übrigen Stadien entsprechende Organ vor dem Ganglion ist wohl als vorübergehend funktionsloser Rest derselben zu beurteilen.

Die Geschlechtsorgane dieses Stadiums stehen in der Entwicklung auf einer Mittelstufe zwischen der Protonymphe und der Tritonymphe. Man erkennt bereits die fortschreitende Zelldifferenzierung der Gonade und die Anlage der Ausführgänge.

Das Nervensystem ist gleich den übrigen Geweben unverändert. Im Bindegewebe finden sich die gleichen Einlagerungen wie bei den übrigen Stadien der Art. Exemplare, die gerade in der Phase der Umwandlung waren, habe ich bei dieser Art im fixierten Material nicht gefunden.

Sieht man von den notwendigen Abänderungen der Muskulatur ab, so kann man sagen, daß von den inneren Organen nur der Oesophagus entsprechend der Reduktion der Mundteile verändert ist.

b) Stufe II

Als Vertreter der Stufe II möchte ich der bedeutenderen Größe wegen zunächst *C. spinitarsus* schildern (Abb. 8 u. 9). Bei diesem Hypopus sind die Veränderungen der Muskulatur wiederum der äußeren Morphologie entsprechend. Die große Saugnapfplatte ist jedoch nur mit wenigen neuentstandenen, kurzen Muskeln versehen. Die Abwandlungen, die der Darmtrakt erfahren hat, sind größer als die bei der unter Stufe I besprochenen Art *C. lactis*. Ein solider Zellstrang, welcher an Stelle des Oesophagus vorhanden ist, zieht allmählich ansteigend nach rückwärts. Am Übergang zum Magen lockert sich die Zellmasse auf. Die Zellen des Magens lassen noch Kerne und Zellgrenzen erkennen. Die Blindsäcke sind ganz in sich zusammengefallen und liegen nur ein kurzes Stück über den Magen hinausragend neben diesem. Die Zellen haben sich soweitgehend verändert, daß man sie als solche kaum noch erkennt. Zellgrenzen sind kaum noch festzustellen, vielmehr scheint das ganze Organ nur aus kleinen, der Lage nach geordneten Kernen zu bestehen. Beim Übertritt in den kugeligen Enddarmabschnitt

schwindet fast das ganze Lumen des Darmtrakts, so weit sind die Zellen anscheinend geschrumpft. Die hinter diesem Abschnitt einmündenden Malpighischen Gefäße sind nicht verändert. Bau und Lumen stimmen mit den übrigen Entwicklungsstadien überein. Das Rectum zeigt eine außerordentlich dünne Wand aus nur schwer färbbaren Zellen, welche aber der Form nach noch denen der Protonymphe entsprechen. Das Lumen des Enddarmes ist ausgefüllt mit einer lockeren, schwammigen Masse, welche sich mit Hämatoxylin blau färbt. Kerne sind in dieser Masse nicht festzustellen. Der zur Hälfte in die Saugnapfplatte einbezogene After ist unverändert. Zwischen Enddarm und Saugnapfplatte befindet sich ein Zellkomplex, welcher sich mit Hämatoxylin sehr intensiv färbt. Es handelt sich dabei wohl um die die Saugnapfplatte versorgenden Drüsen. Auch dem Ganglion ist ein solcher Zellkomplex vorgelagert. Er ist wesentlich schwächer als bei *C. lactis*, was jedoch den sonstigen Verhältnissen der Speicheldrüsen dieser beiden Arten entspricht.

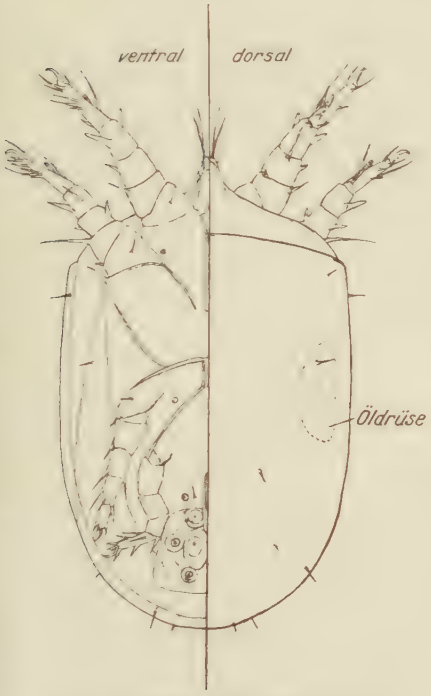


Abb. 8. *Caloglyphus spinitarsus.* Hypopus. Stufe II

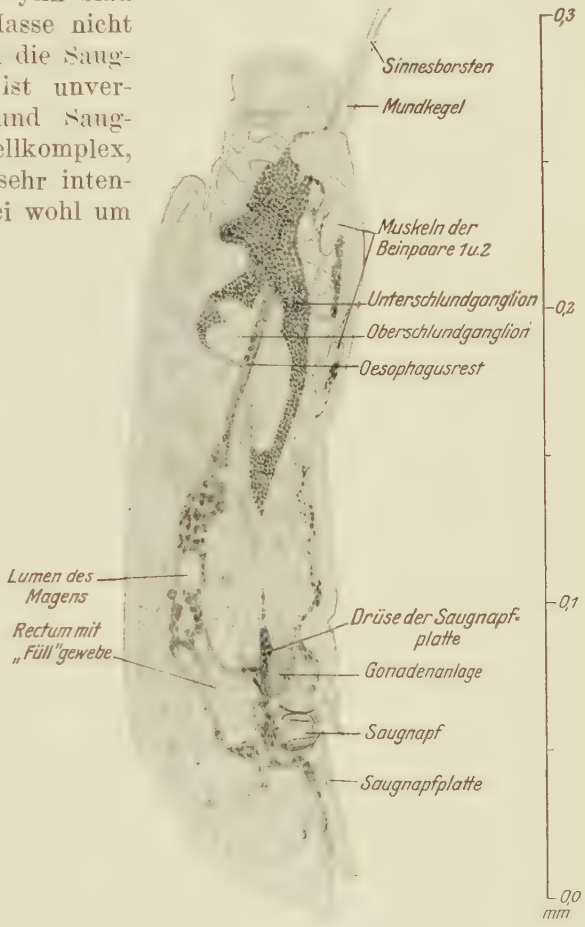


Abb. 9. *Caloglyphus spinitarsus.* Hypopus. Medianer Sagittalschnitt

Ventral zwischen dem kugeligen Enddarmabschnitt und der Körperwandung erkennt man die Anlage der Gonade, welche auf der

gleichen Entwicklungsstufe wie die der Protonymphe stehen geblieben ist. Männliche und weibliche Anlagen sind nur der Lage nach und nicht mit Gewißheit zu unterscheiden.

Das Zwischengewebe ist gegenüber den anderen Stadien stärker aufgelockert. Die Kerne sind verhältnismäßig sehr groß und sehr spärlich. Die Chitindecke ist vor allem am Rande und dorsal sehr stark verdickt und läßt an solchen Stellen eine Schichtung erkennen. Die Öldrüsen sind sehr groß und nicht in der üblichen Lagebeziehung. Sie liegen, wie die Abb. 8 zeigt, ungefähr in der Mitte des Körpers.

Vom Ganglion aus, welches in seiner Größe und Form unverändert geblieben ist, führt eine Folge kleiner regelmäßiger Kerne in den an die

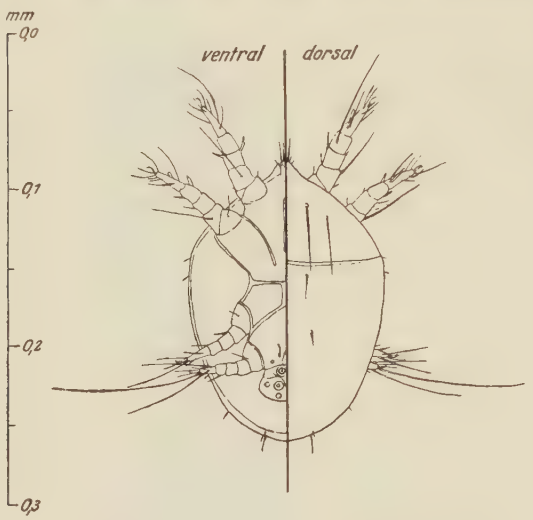


Abb. 10. *Tyrophagus dimidiatus.* Hypopus. Stufe II

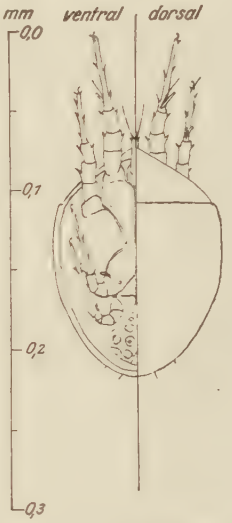


Abb. 11. *Anoetus spec.* (Dujardin 1842). Hypopus. Stufe II

Stelle der Mundwerkzeuge getretenen Kegel. Ich glaube, daß es sich hierbei um Nerven handelt, welche von dem beweglichen, mit Sinnesborsten versehenen Kegel zum Ganglion führen. In gleicher Weise möchte ich die am Hinterleibsrand befindlichen Borsten als Sinnesborsten ansprechen. Diese Borsten führen in einen engen Kanal, in der an dieser Stelle sehr dicken Chitinwandung. An den Kanal schließt sich ein kugelförmiger Hohlraum, welcher mit kleinen Kernen erfüllt ist. Auch dieser Raum liegt noch im Chitin. Eine Kette kleiner Kerne, denen der soeben am Mundkegel geschilderten vergleichbar, führt von dem Hohlraum zur Hypodermis. Von dort aus läßt sie sich nicht mehr weiter verfolgen.

Ich untersuchte ferner als Vertreter der Stufe II die Hypopusstadien von *T. dimidiatus* (Abb. 10) und *Anoetus* (Abb. 11). Die Veränderungen an den Organen und Geweben dieser beiden Arten entsprechen vollkommen denen bei *C. spinitarsus.* Auch hier ist der Darmtrakt redu-

ziert, der Oesophagus zu einem solchen soliden Zellstrang geworden und der Enddarm mit der gleichen schwammigen Masse angefüllt. Das Bindegewebe ist aufgelockert und gleicht vollkommen dem von Caloglyphus. Auch bei diesen Arten sind die Mundkegel und die Borsten

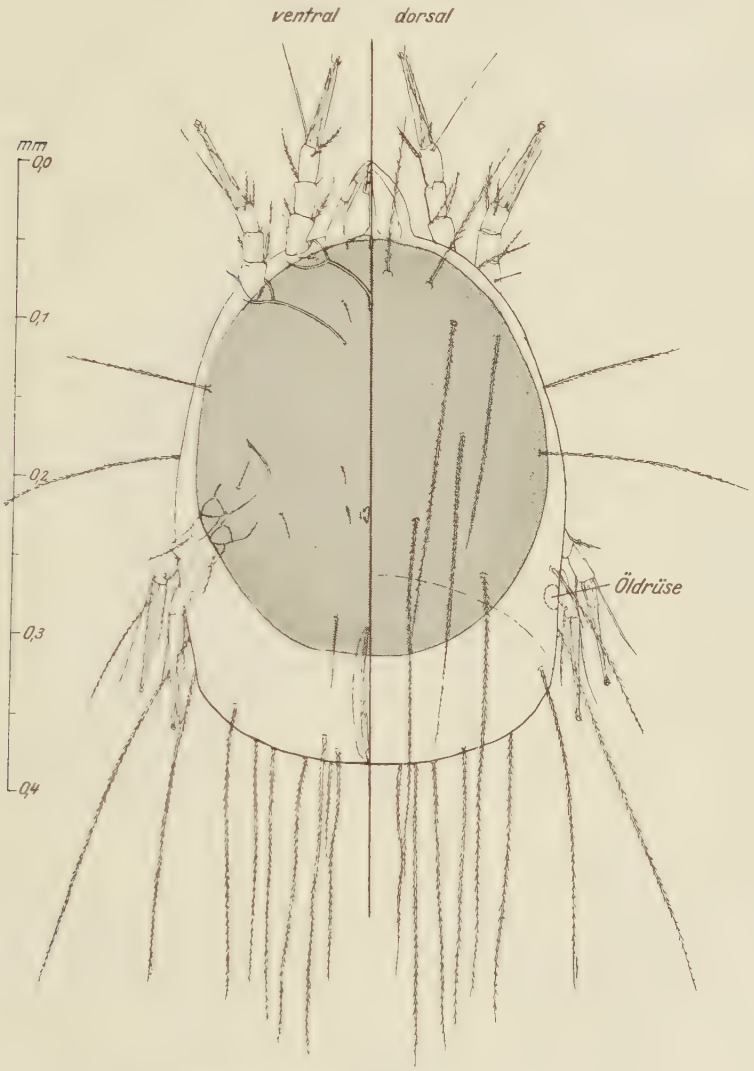


Abb. 12. *Glycyphagus cadaverum.* Hypopus in der Hülle. Stufe III

am Hinterleibsrand mit Sinneszellen versehen, entsprechend den oben besprochenen Verhältnissen.

c) Stufe III

Bei *G. cadaverum* ist die Anatomie des Hypopus (Abb. 12 u. 13) im Vergleich zu der der Protonymphe und Tritonymphe noch weiter ver-

ändert als bei den bisher besprochenen Formen (Abb. 14). Die Muskulatur ist weitgehend verschwunden. Lediglich die Muskulatur der rudimentären Beine und einzelne Hauptstränge der Dorso-ventral-Muskulatur sind in funktionsfähiger Ausbildung vorhanden. Außerdem findet man vereinzelt kurze Muskelstückchen, die ohne Ansatzpunkte im Bindegewebe liegen und zweifellos als Reste der Protonymphenmuskulatur aufzufassen sind. Die Auflösung ist also offensichtlich nicht bei allen Muskeln eine vollkommene, da solche Reste noch in Hypopen festgestellt wurden, die dem Alter nach (20—40 Tage) in ihrer Bildung vollendet sein müßten. Irgendwelche zum Vorderende führende Muskelstränge sind nicht zu finden. Es fehlt dieser

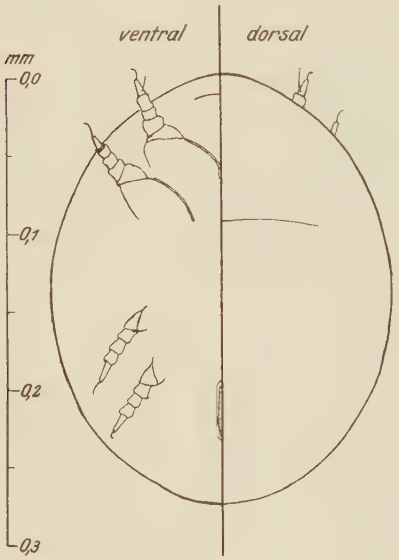


Abb. 13. *Glycyphagus cadaverum.* Hypopus (frei präpariert) Stufe III

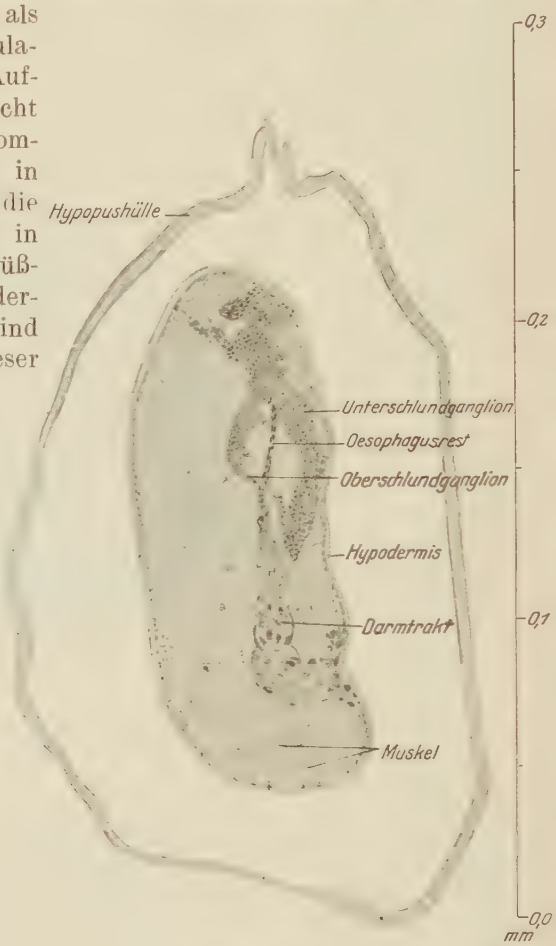


Abb 14. *Glycyphagus cadaverum.* Hypopus. Medianer Sagittalschnitt

Stufe auch ein eigentlicher Mundkegel. Neu auftretende Muskeln gibt es nicht. Die äußere Morphologie läßt das Auftreten solcher ja auch nicht erwarten.

Der Darmtrakt beginnt, wie bei allen Hypopen, mit einem soliden Zellstrang, aber auch der übrige Teil des Verdauungskanals hat sein Lumen bis zum After vollkommen verloren. Auf Transversalschnittserien ist dieses eindeutig festzustellen. Auffallend sind die scharf umgrenzten großen Kerne in einer Zone des kugeligen Teils des Enddarms,

während im übrigen Verlauf Kerne nur schwer zu unterscheiden sind. Zellgrenzen sind nicht mehr zu erkennen. An der Stelle der Blindsäcke sind nur Reihen scharf umgrenzter Kerne erhalten. Der After, welcher äußerlich am Totalpräparat als spaltförmige Chitinfalte zu sehen ist, führt in kein Lumen. Drüsenartige Organe sind nicht vorhanden.

Die Gonade ist in ihrer Entwicklung auf der Stufe der Protonymphe stehen geblieben.

Die Hypopushülle, die ja nichts anderes ist, als die Protonymphenhaut, erhält bemerkenswerterweise bei der Ablösung von dem sich bildenden Hypopus eine andere Struktur [1]). Sie erscheint gefeldert durch Chitinleisten, welche an der Unterseite der Chitinhaut vorspringen (Abb. 3). Die Chitindecke des Hypopus selbst hat die gleiche Struktur wie die der sonstigen Stadien. Sie ist auch in keiner Weise verdickt, noch in ihrer Konstitution verändert. Auch die Hypodermis hat keine Änderungen erfahren. Die Kerne sind in gleicher Weise zu erkennen wie bei den anderen Stadien dieser Art. Öldrüsen konnte ich bei diesem Hypopus nicht feststellen. Abweichend in Aussehen, Färbbarkeit und Struktur ist jedoch das den Körper des Tieres füllende Bindegewebe. Es besteht aus einer Masse kugeliger Körnchen von wenig schwankender Größe. Eigentliche Zellstrukturen sind nicht festzustellen, Kerne sind kaum vorhanden, abgesehen von wenigen großen Kernen, welche durch die Regelmäßigkeit der Anordnung in einem bestimmten Abstand zu beiden Seiten des Darmtrakts auffallen. Die eigentümlichen Kügelchen färben sich bei Hämatoxylin-Eosin-Färbung undeutlich blaurosa. Mit der Feulgenschen Reaktion ließen sich in der Masse außer den erwähnten Kernen zu beiden Seiten des Darmtrakts keine Nuclealstoffe nachweisen. Ich vermute, daß die Verteilung der die Reaktion bedingenden Thymonukleinsäure so fein ist, daß die Reaktionsgrenze unterschritten ist. Es ist mir sehr fraglich, ob die Gesamtheit dieser Füllmasse nur dem Bindegewebe der übrigen Entwicklungsstadien gleichzusetzen ist.

Das Zentralnervensystem ist unverändert in das Hypopusstadium übergegangen. Nerven konnte ich nur für die Extremitäten feststellen.

Faßt man die charakteristischen Reduktionserscheinungen zusammen, so kann man sagen, daß der Verdauungskanal zu einem soliden Zellstrang geworden, die Muskulatur nur noch in geringem Maße vorhanden, das Bindegewebe in der Struktur verändert und fast kernlos geworden ist. Einzig das Zentralnervensystem bleibt unverändert.

d) Stufe IV

Wie schon der äußeren Morphologie (Abb. 15 u. 16) nach zu erwarten ist, geht bei *G. domesticus* die Auflösung der inneren Organe am weitesten (Abb. 17). Die Muskulatur ist so weit reduziert, daß kein funktionsfähiger Muskel mehr im Körper des Tieres vorhanden ist. Man findet lediglich bei sorgfältiger Prüfung der einzelnen Schnitte kleine,

[1]) Wie die Struktur zustande kommt, darüber vermag ich nichts auszusagen.

als Muskel eben noch kenntliche Gewebsstückchen, welche denen von *G. cadaverum* vergleichbar im Bindegewebe eingebettet liegen. Auch der Darmtrakt hat bei dieser Stufe die weitestgehenden Veränderungen erfahren. Während bei *G. cadaverum* in der Region des Enddarmes noch Kerngruppen deutlich hervortraten, ist der Darmtrakt bei diesem Hypopus zu einem soliden Zellstrang geworden, der nur noch durch die leichte Gliederung der Form einzelne Abschnitte unterscheiden läßt, aber irgendwelche Zellformen noch -grenzen nicht zeigt. Die Blind-

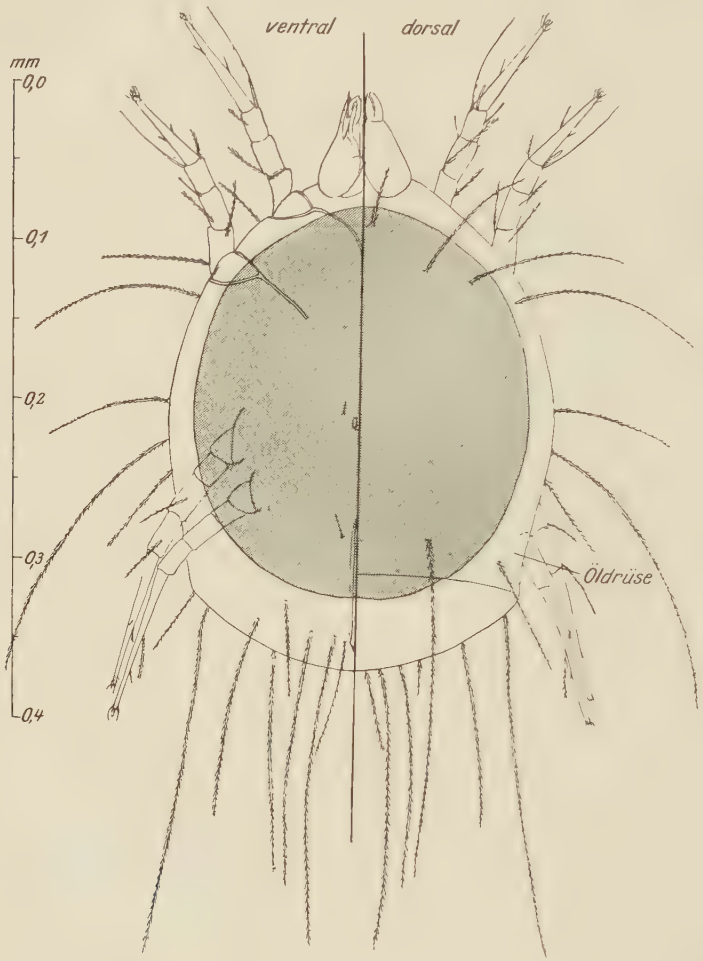


Abb. 15. *Glycyphagus domesticus.* Hypopus in der Hülle. Stufe IV

säcke sind gleich denen der letztbesprochenen Stufe zu Kernsträngen geworden Ein After ist auch äußerlich nicht mehr sichtbar. Drüsen irgendwelcher Art sind nicht vorhanden.

Die Gonaden sind meines Erachtens gegenüber der normalen älteren Protonymphe verkleinert, ob es sich hier aber ebenfalls um eine Rück-

bildung handelt, oder ob die Gonade solcher Individuen, die das Hypopusstadium in ihren Lebensablauf einschalten, in der Entwicklung zurückbleibt, kann ich nicht entscheiden.

Die Hypopushülle (alte Protonymphenhaut) erhält gleich der von *G. cadaverum* ihre charakteristische Struktur mit der wellenartigen Zeichnung erst bei der Ablösung von dem sich bildenden Hypopus. Auch hier ist die Musterung durch verschiedene Dicke des Chitins bedingt. Die Chitindecke des Hypopus hat ebenfalls eine Änderung erfahren. Statt der Riefelung, die sich im übrigen bei allen Stadien dieser Art findet, ist eine sehr zarte glatte Chintinhaut ausgebildet, die den gesamten Körper in gleichmäßiger Weise umhüllt. Öldrüsen fehlen auch bei diesem Hypopus. Die Hypodermis ist gegenüber den anderen Stadien der Art unverändert. Das die Masse des Körpers

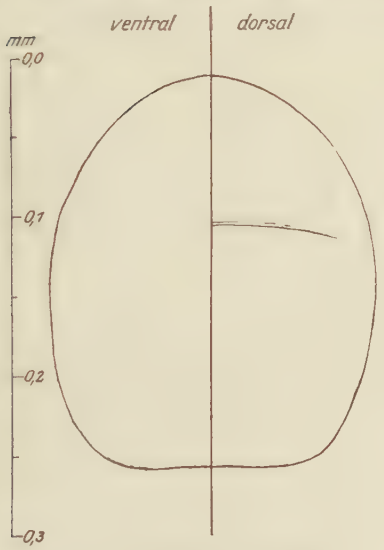


Abb. 16. *Glycyphagus domesticus* Hypopus (frei präpariert). Stufe IV

Abb. 17. *Glycyphagus domesticus*. Hypopus. Medianer Sagittalschnitt

füllende Gewebe ist bei dieser Art restlos in kugelige Teilchen verwandelt, welche in schaumartiger Struktur zusammenhängen. Kerne — auch die für Stufe III erwähnten großen Kerne — sind nicht, auch nicht mit Feulgenfärbung, darin zu finden. Die gesamte Substanz färbt sich mit Hämatoxylin-Eosin-Färbung blaurosa. Eine Tatsache, die meines Erachtens die Möglichkeit des Schlusses zuläßt, daß die Chromatinbestandteile des Kernes in außerordentlich feiner Verteilung ins Plasma übergegangen sind.

Das Nervensystem besteht nur aus dem großen Ganglion. Es ist unverändert in der Größe, Form und Färbbarkeit und konnte daher als Grundlage für die Beurteilung der Güte der Konservierung und Färbung benutzt werden.

Zusammenfassend kann man feststellen, daß bei dem Hypopus Stufe IV nur das Zentralnervensystem unverändert bleibt.

e) Umwandlungsstufen

Bei den Vertretern der Stufe III und IV gelang es mir nach vielen Bemühungen je zwei Individuen zu konservieren, welche in der Umwandlung zum Hypopus waren. Die Schwierigkeit solche Stadien aufzufinden ist darin begründet, daß, sobald das Hypopusstadium äußerlich morphologisch zu erkennen ist, die Auflösung der Gewebe bereits vollendet ist. Dieser Vorgang muß nach meinen Erfahrungen binnen 12—18 Stunden nach Beginn der Häutungsstarre bereits vollzogen sein. Fixiert man nun die Häutungsstadien, welche sich noch nicht von den normalen Häutungen unterscheiden lassen, so hat man keine Gewißheit, ob es sich um eine Häutung zum Hypopus handelte. Die von mir fixierten Tiere ließen eben die Abhebung des Chitins vor allem am Hinterende erkennen. Sie waren etwa 6—8 Stunden in der Häutungsstarre.

Die Vorgänge bei der normalen Häutung sind von N a l e p a beschrieben worden, und auf Grund meiner eigenen Beobachtungen kann ich seine Angaben bestätigen. Zu Beginn der gewöhnlichen Häutungsstarre vermehren sich die Kerne der Hypodermis in starkem Maße. Das netzartige Aussehen dieses Gewebes verliert sich und nimmt einen mehr epithelialen Charakter an. Am stärksten ist die Kernvermehrung überall dort, wo am Chitin besondere Bildungen vorhanden sind, also an der Basis der Haare, in der Gegend der Analspalte und der Öldrüsen. Während dieser Zellvermehrungsvorgänge hebt sich die Kutikula von den darunter liegenden Teilen ab. An den Extremitäten, einschließlich der Mundwerkzeuge, geht die Häutung nach Beobachtungen am lebenden Tier (eingelegt in Liquide de Faure) so vor sich, daß die Masse der Extremität mit Ausnahme der Muskeln geringer wird, so daß die Kutikula sich abhebt. Die Extremität liegt dann als ungegliederter Zylinder im Lumen der alten Haut. Festgehalten wird sie nur durch einen dünnen Plasmafaden an der äußersten Spitze der Chitinhülle des Tarsus. Sobald dieser Faden reißt, zieht sich die weiche Extremität aus der Chitinhülle heraus. Sie ist dann auf Totalpräparaten als zapfenförmiger Anhang kenntlich, läßt aber noch die getrennten Muskelzüge der einzelnen Glieder erkennen. Dann wächst aus diesem Zapfen die neue Extremität aus, welche kurz vor der Sprengung der alten Haut dem Körper ventral anliegt (vgl. Abb. 3 *G. cadaverum*, Häutung des Hypopus). Die übrigen Gewebe bleiben vollkommen erhalten und bis auf Vergrößerungen und Neubildungen wie Vermehrung der Muskelzüge unverändert. Von einer vollkommenen Histolyse (Bil-

dung des „sekundären Eies", wie die älteren Verfasser es nennen) kann in keinem Falle die Rede sein (Gudden 1855, Küchenmeister 1855, Megnin 1880). Jedoch wird ein solcher Zustand von anderen Verfassern für den Hypopus als zutreffend angenommen. So schreibt Claparède: „Die Hypopen verwandeln sich, indem sie unter dem Schutze der alten Chitinhaut den vorhandenen Körper auflösen, zunächst wieder zu einem sekundären Ei (Deutovum)." Wie meine obigen Ausführungen gezeigt haben, ist eine solche extreme Auffassung selbst für den Hypopus von *G. domesticus* (Stufe IV) keinesfalls möglich.

Die sagittale Schnittserie, die ich in einem einzigen Falle von der Umwandlung der Protonymphe zur heteromorphen Deutonymphe (= Hypopus) von *G. cadaverum* endlich erhielt, zeigt folgende Tatsachen (Abb. 18).

Die Muskeln sind bereits fast völlig in die des Hypopusstadium verwandelt. Die neuen, viel kürzeren Beine sind mit ihrer Muskulatur fertig ausgebildet. Von den großen dorsoventralen Muskelzügen sind noch keine der Histolyse verfallen. Im Begriff sich aufzulösen ist jedoch der dorsale Muskelkomplex, von welchem aus das Kapitulum mit Muskeln versehen wurde. Nebeneinander liegen normal aussehende Muskelfasern und ein Füllgewebe, welches im Bau schon die so merkwürdige Struktur des Hypopusgewebes zeigt. Da irgendwelche Freßzellen nicht festzustellen sind, muß angenommen werden, daß es sich bei der hier stattfindenden Histolyse um chemische Vorgänge handelt (vgl. Kowalewsky 1887, Rungius 1911). Die Muskulatur der Mundwerkzeuge fehlt vollkommen.

Abb. 18. *Glycyphagus cadaverum.*
Verwandlung von Protonymphe in Hypopus. Paramedianer Sagittalschnitt

Der Darmtrakt ist schon stark reduziert. Der Oesophagus, welcher sein Lumen verloren hat, beginnt noch unmittelbar an der Hypodermis umhüllt von einer großen Kernmasse. Der übrige Teil des Darmtrakts ist in seiner Struktur aufgelockert und besitzt noch ein kleines Lumen. Die Zellen haben den charakteristischen Bau eingebüßt und haben ein gleichartiges Aussehen bekommen. Kerne sind nur vereinzelt festzustellen, Drüsen dagegen nicht. Die Gonade ist unverändert. Die Bildung des Chitins war im vorliegenden Fall bereits vollendet. Die Hypodermis zeigte deutlich die oben auch für die normale Häutung beschriebenen Eigenschaften. Dicht gedrängt liegen die Kerne von nur geringen Plasmamengen umgeben nebeneinander. Das Bindegewebe ist noch ziemlich unverändert in seiner Struktur. Die großen Kerne sind ebenso wie bei der Protonymphe vorhanden und an Zahl weder geringer noch vermehrt. Nur an einigen Stellen — wie oben erwähnt in der Nähe der Muskeln — findet sich der eigenartige Aufbau des Füllgewebes aus Kügelchen. — Das bereits fast fertig zum Hypopus ausgebildete Vorderende ist erfüllt von einer großen Kernmasse, welche den Anschein erweckt, als stamme sie aus den Geweben der reduzierten Mundteile. Die gleichen auffallenden Ansammlungen finden sich an der Basis der Extremitäten. Was aus diesen Kernen, die in großer Masse dicht gedrängt ohne nennenswerte Plasmamenge liegen, wird, war nicht festzustellen. Bei den zahlreichen älteren Hypopen, welche ich untersuchte, waren diese Kernmassen nicht nachzuweisen.

Abb. 19. *Glycyphagus cadaverum.*
Verwandlung von Hypopus in Tritonymphe. Fast medianer Sagittalschnitt

Bei einem Hypopus von *G. cadaverum* jedoch, welcher nach 40 Tagen sich anschickte die Häutung zur Tritonymphe zu vollziehen (Abbild. 19 und 20), und welcher von mir auf Schnitten untersucht wurde, waren die Kernmassen in fast genau gleicher Menge und Lage wiederum vorhanden. Auf Grund dieser

Übereinstimmung kann man ebenso gut (i. G. zur Auffassung S. 289) vermuten, daß die Kerne vorhanden bleiben, ihre spezifische Färbbarkeit durch chemische Umwandlungen jedoch verlieren und daher während der Hypopuszeit nicht nachzuweisen sind. Für diese Annahme spricht auch die Tatsache, daß ich trotz sorgfältigster Durchsicht der Kernmasse bei dem im Aufbau begriffenen Exemplar kein Stadium einer Kernteilung sehen konnte. Auch sonst gleicht das Bild des in der Umwandlung zur Tritonymphe begriffenen Individuums dem des in der Reduktion befindlichen Tieres.

Abb. 20. *Glycyphagus cadaverum.*
Verwandlung von Hypopus in Tritonymphe. Paramedianer Sagittalschnitt

Bei *G. domesticus* gelang es mir ebenfalls zwei Individuen zu konservieren, welche in der Umwandlung zum Hypopus begriffen waren. Bei diesen Individuen war besonders die Auflösung der Muskeln und die Verwandlung der Gewebe in das eigenartige Zwischengewebe an einigen Stellen deutlich. Auch bei ihnen fanden sich die großen Kernmassen an der Stelle der früheren Basis der Extremitäten und füllten das reduzierte Vorderende des Tieres aus. Das im Darm noch vorhandene Lumen zeigte, daß die Umwandlung noch nicht vollständig vollzogen war, obgleich im übrigen alle charakteristischen Eigenschaften verloren waren.

Leider habe ich auch bei *G. domesticus* von den nicht minder interessanten Stadien der progressiven Umwandlung des Hypopusstadiums nicht mehr als zwei auffinden können, die grundsätzlich das gleiche zeigen wie bei *G. cadaverum*. Die Gründe für die Schwierigkeit diese Stadien zu erhalten sind leichtbegreiflicherweise dieselben wie für die Beschaffung von Material für das Stadium der regressiven Phase (vgl. S. 290). Somit bleiben die Vorgänge, welche sich in den Geweben abspielen, einstweilen in den Einzelheiten noch unbekannt. Die Ermittlung der Herkunft des Zellmaterials, welches neuauftretende Organe, wie die Saugnapfplatte von Stufe I und II bildet, und die Verhältnisse

des Ab- und Aufbaus der Gewebe, stellen besonders interessante Probleme von allgemeiner Bedeutung dar.

Schrifttum

André, M., Die Milben der menschlichen Wohnungen. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz 1936.

Berlese, A., Acari Myriopoda et Scorpiones hucusque in Italia reperta. Ordo *Cryptostigmata*. Portici 1882—1896.

— — Gli Acari agrarii 1900.

— — Note Acarologiche; Atti del R. Ist. Ven. di Science, Lett. ed Arti ser. 5, Bd. 8.

Börner, C., u. Appel, O., Über Zerstörung der Kartoffel durch Milben. Arb. d. Biol. Reichsanstalt, Abt. f. Land- u. Forstwirtschaft. Berlin 1905.

Canestrini, G., u. Kramer, P., *Sarcoptidae*, in Tierreich. Berlin 1899.

Claparède, E., Studien an Acariden. Z. w. Zool. 1868.

Fumouze u. Robin, E., Mémoires anat. et zool. sur les Acariens des genres *Cheyletus, Glyciphagus* et *Tyroglyphus*. Journ. de l'anat. et de la physiol. Bd. IV, 1867.

Gudden, Bernhard A. v., Zur Lehre von der Scabies. Würzb. medic. Ztschr. Bd. 2, 1861.

— — Beiträge zu den durch Parasiten bedingten Hautkrankheiten. Arch. f. physiol. Heilkunde. Stuttgart 1855.

Haller, G., Die Milben als Parasiten der Wirbellosen, insbes. der Arthropoden. Halle 1880.

— — Zur Kenntnis der Tyroglyphen und Verwandten. Z. w. Zool. Bd. 34, 1880.

— — Über die Larvenformen der Milben. Mitt. d. Naturf. Ges. Bern 1880.

Hase, Albrecht, Zur pathol., parasitol. u. epidemol.-hygien. Bedeutung d. Milben. Ztschr. f. Parasitenkunde Bd. 1, 1929.

Heider, Karl, Embryonalentwicklung von *Hydrophilus*. 1889.

Henschel, Johannes, Reizphysiol. Untersuchungen an der Käsemilbe *Tyrolichus casei*. Ztschr. f. vgl. Physiol. Bd. 9, 1929.

Herrick, G., Insects injurious to the household and annoying to men. Rev. Edit. New York 1926.

Jensen, A. S., En Tyroglyphide i Hesteiglens Aegkapsel. Vidensk. Meddel. fra den naturb. Foren. Kjöbenhavn 1895.

Kowalewsky, A., Beiträge zur Kenntnis der nachembryonalen Entw. d. Musciden. Z. w. Zool. 1887.

Kramer, P., Über Milben. — Einiges aus der Entw. von *Cheyletus eruditus*. Ztschr. f. d. ges. Naturw. Berlin 1881.

— — Über die postembryonale Entw. d. Milbengattung *Glyciphagus (C. lactis)*. Arch. f. Naturgesch. 1880, I.

Küchenmeister, Friedrich, Die in und an dem Körper des lebenden Menschen vorkommenden Parasiten. Leipzig 1855.

Landolt, H., u. Börnstein, R., Physikalisch-chemische Tabellen.

Lehmensick, R., u. Liebers, R., Beiträge zur Biologie der Mikrolepidopteren. Z. f. angw. Ent. Bd. 24, 1938.

Lénard, W., Agar-Agar fressende Milbe (*T. longior*). Zbl. Bakt. I, 84, B. Jena 1920.

Lignières, J., Etudes zool. et anat. du *Tyroglyphus malus* et de sa nymphe hypopiale. Mém. Soc. Zool. France Bd. 6, 1893.

Ludwig, Friedrich, Milbenplage der Wohnungen. 1904.
Maurizio, A., Studien über Milben d. Tyroglyphiden, die in Futter- und Nahrungsmitteln leben. Landw. Jahrb. d. Schweiz 19. 1905.
Megnin, P. M., Les Parasites et les maladies parasitaires. Paris 1880.
— — Nouvelles études anat. et phys. sur les Glyciphages. C. R. Acad. Sci. Petersburg, Bd. 103.
— — Sur la position zool. et le rôle d. Acariens paras. connus sous le nom d'Hypopus, Homopus, Trychodactylus. C. R. Acad. Sci. Bd. 77.
— — Mémoire anat.-zool. sur un nouvel Acarien de la famille des Sarcoptides, le *T. rostro-serratus* et sur son Hypopus. Journ. d. l'anat.-physiol. Bd. 9, 1873.
— — Les Acariens parasites 1892.
— — Les Parasites articulés chez l'homme et les animaux utiles. Paris 1895.
— — Sur le *Cheyletus heteropalpus*. Bull. de la Soc. Zool. France 1883.
Michael, A. D., British *Tyroglyphidae* Bd. 1 u. 2. London 1901—03.
— — The Hypopus Question, or the Life History of certain *Acarina*. Journ. Linn. Soc. Zool. Bd. 17. 1884.
— — Researches into the Life Histories of *G. domesticus* and *G. spinipes*. Journ. Linn. Soc. Zool. Bd. 20. 1888.
— — Notes on the Life Histories of some of the little-known *Tyroglyphidae*. Journ. Roy. Micr. Soc. Ser. 2, Bd. 5, 1885.
— — The Progress and Present State of our Knowledge of *Acari*. Journ. Roy. Micr. Soc. Bd. 32. 1894.
— — *Cheyletus venustissimus*, on a species of *Acarus*, believed to be new to Britain. Journ. Roy. Micr. Soc. Ser. 1878.
Miles, M., Observations on the growth in larvae of *Plodia interpunctella*. Ann. apl. biol. 20. 1933.
Moniez, R., Contributions à l'histoire naturelle du *T. mycophagus*. Mém. Soc. Zool. France Bd. 5. 1892.
Nalepa, A., Die Anatomie der Tyroglyphen. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. math.-naturw. Klasse, Bd. 90/92, Wien.
Newstead R., u. Duval, Second Memorandum on Mites occurring in stored Grain and Flour. Roy. Soc. London, War Commitee, Memor. 4, Liverpool.
Oudemans, A., Die gegenseitige Verwandtschaft, Abstammung und Klassifikation der sog. Arthropoden. Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereen, Serie 2, Bd. 1.
— — Révision des Chélétinés. Mém. Soc. Zool. France 1906.
Pease, D., Sabotage in bakter. Laboratorium. (Referat.) Deutsche med. Wochenschr. Heft 46. 1936.
Reichmuth, H., Die Bekämpfung der Wohnungsmilbe. Ztschr. f. hygien. Zool. u. Schädlingsbek. 28, Jg., Heft 10, 1936.
Reuter, El., Elytren und Alae während der Puppen- und Käferstadien von *Calandra granaria* u. *C. oryzae*. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ont. d. Tiere, Bd. 62, 1937.
Reuter, Enzio, Zur Morphologie und Ontogenie der Acariden. Acta Soc. Fennic. Helsingfors 1909.
Rodionow, Z. S., Über die Massenvermehrung von Speisemilben. 1937. Zool. Z. 16 (engl. Zusammenfassung) Moskau.
Rungius, H., Der Darmkanal von *Dytiscus marginalis*. Z. w. Zool. 1911.
Schulze, H., Beiträge zur Biologie von *T. mycophagus*, Zerstörung einer Mehlwurmzucht durch diese Milbe. Arb. d. Biol. Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtsch. Bd. 11. Berlin 1923.
— — Zur Kenntnis der Dauerformen der Mehlmilbe. Ztrbl. f. Bakt.- u. Parasitenkd. 2, 1924.
— — Über die Biologie von *T. mycophagus*, zugleich ein Beitrag zur Hypopusfrage. Ztschr. f. Morph. Ökolog. d. Tiere 1924.

Trouessart, E., Sur la coexistence de deux formes d'Hypopes dans une même espèce chez les Acariens du genre Trichotarsus. C. R. Soc. Biol. Bd. 56, 1904.

Vitzthum, H. Graf v., Milben. Die Tierwelt Mitteleuropas. (Herausgeg. von Brohmer). 1929.

Wibaud-Isebree-Moens u. Stork, Insekten in huis, levenswijze en bestrijding. Rotterdam 1935.

Willers, W., Zelluläre Vorgänge bei der Häutung der Insekten. Z. w. Zool. Bd. 116, 1916.

Zacher, Friedrich, Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung. Berlin, Paul Parey, 1927.

— — Haltung und Züchtung von Vorratsschädlingen. Abderhalden Abt. 9, Teil 1.

Zwölfer, W., Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Ztschr. f. angew. Ent. Nr. 19, 1932.

(Aus dem Ungarischen Nationalmuseum, Abteilung für Zoologie, Budapest und aus dem Zoologischen Institut der Universität Breslau)

Über die Biologie der Blattlaus Pemphigus spirothecae Pass.

Von

László Tóth

(Mit 7 Abbildungen [10 Einzelbildern*] und 1 Kurve)

Inhalt

Seite

I. Einleitung 297
II Methodik 298
III. Lebensgeschichte von *Pemphigus spirothecae* Pass. 298
Die erste Generation: Fundatrix (♀) 299
Die zweite Generation: Virgo (♀) 301
Die dritte Generation: Sexupara (⊕) 302
Die vierte Generation: Sexuales ♂ + ♀) 303
Das Winterei: Ovum 304
Zeitliche Verbreitung der Generationen 305
IV. Vermehrung 305
V. Natürlicher Tod, Krankheiten, Feinde 309
Zusammenfassung 310
Schrifttum 311

* * *

I. Einleitung

Bei der Erforschung der Lebensgeschichte der Aphiden stößt man meistens auf nicht geringe Schwierigkeiten. So liegt z. B. bis jetzt bei keiner einzigen Art eine genaue Analyse der jahreszyklischen Vermehrungstätigkeit vor, die die Nachkommenschaft bei jeder Generation zahlenmäßig erfassen würde. Dies hat seinen Grund. Jedes Weibchen bringt eine beträchtliche Zahl von Nachkommen zur Welt. Die nacheinander folgenden Generationen können sehr verschieden aussehen, geflügelt oder ungeflügelt

* Die Abbildungen sind von meinem Freund, Herrn Dr. Gy. Fábián verfertigt worden, wofür ich an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank ausspreche.

sein. Die Wirtspflanze kann mehrfach gewechselt werden, die Laus kann vom Blattsaugen zum Wurzelsaugen übergehen. Das sind Umstände, die eine genaue Verfolgung ihrer Vermehrung und Lebensgeschichte unbedingt zum Scheitern brachten.

In *Pemphigus spirothecae* Pass. hoffte ich eine Art gefunden zu haben, bei der man diese Schwierigkeiten meistern kann. Sie ist eine nicht migrierende Art, deren Lebensraum als Gallenbewohner nur noch weitgehender eingeengt ist, wozu schließlich noch die geringe Zahl ihrer Generationen kommt.

Ich führte meine Untersuchungen und Beobachtungen drei Jahre lang aus, und zwar zwei Jahre in Budapest (1936 und 1938) und ein Jahr (1937) in Breslau. Die Tiere verhielten sich beiderorts völlig gleich. Auch die meteorologischen Verschiedenheiten in den drei Untersuchungsjahren haben auf das Verhalten der Tiere keinen wesentlichen Einfluß gehabt. Es tritt vielmehr eine strenge, zeitliche Beständigkeit in ihrer individuellen und jahreszyklischen Fortentwicklung zutage.

II. Methodik

Bei den Untersuchungen schlug ich zwei verschiedene Wege ein, die nebeneinander herliefen. Einerseits beobachtete ich einzelne Tiere, indem ich die anderen aus den nummerierten Gallen entfernte, oder indem ich sie mit ins Labaratorium nahm. Andererseits untersuchte ich, wöchentlich einmal, gleichzeitig eine größere Anzahl (15—20) Gallen und stellte die jeweilige Zahl ihrer Insassen fest, um auf diese Weise statistische Daten zu gewinnen.

Der erste Weg sollte allgemeine Fragen klären, wie Generationszahl, Morphologie, Lebensdauer, Vermehrungstätig der einzelnen Generationen usw. Daraus konnte ich dann die Zahl der Nachkommen feststellen. Die zweite Methode liefert uns dagegen praktische Durchschnittszahlen, die man den ersteren gegenüberstellen kann.

III. Lebensgeschichte von *Pemphigus spirothecae* Pass.

Pemphigus spirothecae ist eine an Pappeln lebende, nicht wirtswechselnde (monözisch) Blasenlaus. Die im Frühjahr aus dem Winterei geschlüpften Fundatrices (erste Generation) bilden an der Wirtspflanze (Populus pyramidalis) je eine eigentümlich gedrehte Blattstielgalle, die sie nie mehr verlassen und die sich erst im Spätsommer öffnet, um die ersten geflügelten Sexupara zu entlassen.

Daraus ergeben sich folgende wichtige Tatsachen: 1. Die Nachkommen einer Fundatrix bleiben den ganzen Sommer hindurch, weil in die Galle eingesperrt, beisammen. 2. In jeder Galle können nur direkte Abkömmlinge eines einzigen Fundatrixweibchens sein. Es soll dabei bemerkt werden, daß unter vielen Hunderten, kein einzigesmal zwei oder

mehr Fundatrices in einer Galle festgestellt werden konnten. Diese Eigenschaften waren es, die eine genaue Kontrolle der Nachkommenzahl, wenigstens bis in den Spätsommer ermöglichten.

Zahl der Generationen

Die Frage, wieviel Generationen *Pemphigus spirothecae* im Jahre hat, wird in der Literatur nicht einstimmig beantwortet. Während Witlaczil (1884) vier Generationen beobachtet, von denen die zweite sogar noch „im Laufe des Sommers sich mehrmals erneuert" — sollen nach Börner die Pemphigus-Arten „ohne Wirtswechsel drei Generationen" haben.

Witlaczils Angaben fand ich in der Frage der Generationszahl zweifellos richtig, denn zwischen Fundatrix und Sexupara schaltet sich noch eine Generation ein, bestehend aus flügellosen, viviparen Weibchen, also eine sogenannte „Virgo"-Generation. Allerdings kann ich Witlaczils weitere Bemerkung über diese Generation nicht bestätigen, sie kann nämlich nicht „im Laufe des Sommers sich mehrmals erneuern".

Die erste Generation: Fundatrix (♀)

Im April, wenn die ersten, kleinen, noch kaum ausgebreiteten Blätter der Pappeln erscheinen, sind die ersten, winzigen, eben aus dem Winterei geschlüpften Läuse auch schon da. Sie sind kaum $^1/_2$ mm große, dunkle, bräunlich-grüne und auffallend langbeinige, bewegliche Tiere. Die besonders stark entwickelten Hinterbeine sind ebenso lang wie das Tier selbst. Sie kriechen zwischen den jungen Blättern frei herum und nehmen in den ersten Tagen keine Nahrung zu sich. Erst nach ungefähr einer Woche stechen sie die Blattstiele mit ihrem sehr kräftigen Rüssel an. Daraufhin krümmt sich der Blattstiel ungefähr $2^1/_2$ mal um das Tier herum und auf diese Weise entsteht bald die charakteristische Blattstielgalle. In zwei Wochen sind die Wintereier alle schon geschlüpft und wir finden die zuerst geschlüpften Fundatrices schon in den jungen Gallen, während die zuletzt geschlüpften noch frei herumirren.

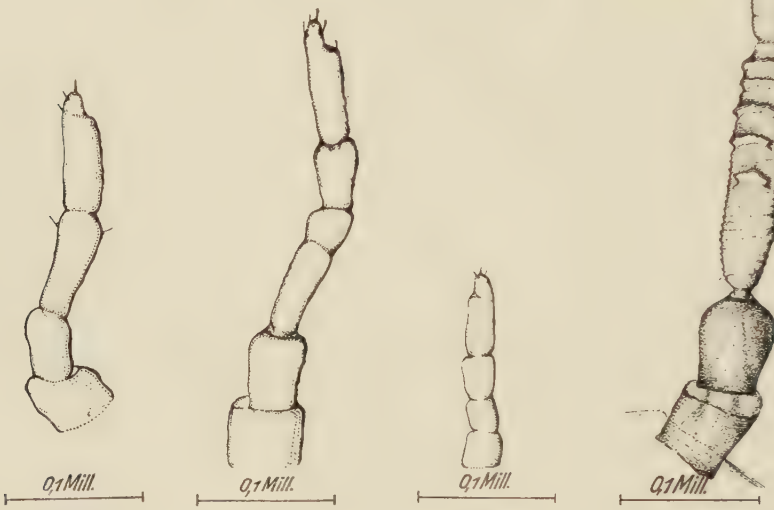
Nicht immer gelingt es beim ersten Anstechen die geeignete Stelle zu finden. In diesem Falle wandert das Tier weiter und versucht es von Neuem. Auch diese Fehlstiche rufen zum Teil Blattstielkrümmungen hervor und haben „U"-förmige oder im Winkel geknickte Blattstiele zur Folge. Wegen des Fehlens fortgesetzter Saugreize kann es zu weiterer Gallenbildung nicht mehr kommen.

In jeder Galle ist immer nur eine einzige Fundatrixlarve vorhanden. Sie verläßt die Galle nie mehr und wird von der Galle förmlich gefangen genommen. Im Alter von rund drei Wochen häutet sie sich zum erstenmal. Die Häutung wird dann noch dreimal, in Zeitabständen von je einer Woche wiederholt. Nach jeder Häutung wird die Farbe des Tieres heller. Das ausgewachsene Weibchen ist hellgelb, während das alternde sich wiederum verdunkelt, aber mehr oranggelb wird. Auch die Wachs-

produktion setzt nach jeder Häutung stärker ein. Nach der vierten Häutung, im Alter von 42—49 Tagen ist das Fundatrixweibchen völlig reif und beginnt die Embryonen, die seinen Leib prall ausfüllen, zur Welt zu bringen.

Das ausgewachsene Fundatrixweibchen (Abb. 2) ist 1,6 mm lang, 0,9 mm breit und von plumper Gestalt. Fühler viergliedrig (Abb. 1a), auffallend kurz, mit einer Gesamtlänge von 0,25 mm; wesentlich kleiner als die Entfernung zwischen den beiden Augen. Die Augen nicht voll entwickelt, nur aus drei Keilen bestehend.

In jeder der acht Eiröhren werden etwa 10 Embryonen gebildet. Somit beträgt die Gesamtzahl der Nachkommen rund 80. Die Entwicklung der Embryonen ist aber eine viel langsamere, als man es bei den Aphiden im allgemeinen gewöhnt ist. Die Zahl der



a Fundatrix *b* Virgo *d* Sexuales *c* Sexupara

Abb. 1. Fühler der einzelnen Generationen

Geburten beträgt durchschnittlich ein bis zwei pro Tag, und wenn auch anfangs des öfteren täglich zweimal geboren wird, so stehen demgegenüber Ruhetage des älteren Weibchens. Im Alter von 100—110 Tagen finden wir in ihnen noch immer einige Embryonen, die aber meist nicht mehr zur Welt gebracht werden können. Die Tiere sind nun stark zusammengeschrumpft und machen einen erschöpften Eindruck. Sie sterben auch in wenigen Tagen ab, nachdem sie fast das ganze Leben in der Galle eingesperrt zubrachten, wo sie Schutz und Nahrung fanden.

Die zweite Generation: Virgo (♀)

Ende Mai, meistens aber erst in den ersten Junitagen, finden wir in der Galle neben der Fundatrix die ersten jung geborenen Virgines, während die letzten Nachzügler Ende Juli, ja sogar auch Anfang August zur Welt gebracht werden. Die neugeborenen

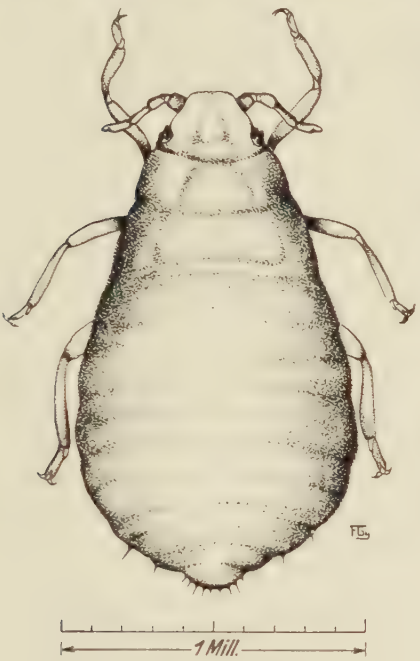


Abb. 2
Erwachsene Fundatrix (erste Generation)

Abb. 3
Erwachsene Virgo (zweite Generation)

sind etwas über $^1/_2$ mm groß und hellgelb und unterscheiden sich von den jungen Fundatrices auch durch die bedeutend längeren Antennen.

Gleich nach der Geburt fangen sie mit der Nahrungsaufnahme an. Sie sind noch nicht ganz drei Wochen alt, wenn sie sich zum erstenmal häuten. Die weiteren Häutungen folgen in regelmäßigen Zeitabständen von 6 Tagen, wobei sie etwas dunkler werden. Nachdem sie sich viermal gehäutet haben, beginnen sie im Alter von 38—40 Tagen ihre Vermehrungstätigkeit. Diese ist aber verglichen mit der der Fundatrix wesentlich schwächer. Jede Eiröhre produziert nur noch etwa vier Embryonen, alles in allem also rund 30; dementsprechend ist auch die Produktionsgeschwindigkeit herabgesetzt.

Die erwachsene Virgo (Abb. 3) unterscheidet sich wesentlich von der Fundatrix, und zwar in folgendem: Sie ist kleiner und schlanker, ihre Länge beträgt 1,3 mm, ihre Breite 0,7 mm. Die Fühler (Abb. 1b) sind 0,35 mm lang, immer bedeutend länger als die Entfernung der beiden Augen von einander. Die Gliederzahl der Fühler steigt auf fünf, aber man merkt schon an dem Mittelglied deutlich die Stelle, wo eine weitere

Gliedabschnürung erfolgen wird. Die Augen dagegen bleiben klein und bestehen ebenfalls aus nur drei Keilen.

Die Virgogeneration ist kurzlebiger als die der Fundatrix. Die Virgines sterben nach 80—90 Tagen ab, nachdem ihr Abdomen wesentlich zusammengeschrumpft ist. Dies ist die einzige Generation, die das ganze Leben ausschließlich in der Galle verlebt. Sie ist in der Gefangenschaft der Galle geboren, vermehrt sich, lebt und stirbt in ihr.

Die dritte Generation: Sexupara (♀)

Mitte Juli erscheinen die ersten Junglarven der dritten Generation. Sie sind ganz weiß und etwas schlanker als die Junglarven der ersten beiden Generationen, außerdem sind ihre auffallend langen Fühler bezeichnend. Sie werden in der Galle bis in den Spätherbst angetroffen (Ende Oktober), sogar auch noch im November.

Nach der vierten Häutung, mit ungefähr 40 Tagen, sind sie voll entwickelt. Sie weichen von den anderen Generationen wesentlich ab, vor allem dadurch, daß sie geflügelt sind. Gleich nach der letzten Häutung sind die Flügel noch zart und weich und es dauert noch einige Tage, bis sie flugtüchtig werden. Während dieser Zeit verdunkelt sich das zunächst hell-grünlichgelbe Tier, indem sein Kopf und Thorax sich schwärzlich, der Hinterleib dagegen sanft grün verfärbt.

Die erwachsene Sexupara (Abb. 4) ist ein schlankes, langbeiniges und bewegliches Tier. Die Körperlänge beträgt — vonKopfspitze bis zum Hinterleibsende gemessen — 2 mm, die Flügel aber ragen noch weit über das Hinterleibsende hinaus. Die größte Breite des Körpers, am Abdomen gemessen, beträgt nur 0,7 mm. Die Fühler sind 0,6 mm lang, 6-gliedrig (Abb. 1c), rund doppelt so lang wie die Entfernung der Augen in der Mittellinie gemessen. Auf dem sechsten, fünften und vierten Glied liegen je ein, auf dem dritten dagegen fünf Rhinarien. Bei ihnen kommen allein die typischen Fazettenaugen zur Entwicklung, hinter diesen bleiben aber auch die dreikeiligen Augen der ungeflügelten Generationen als vorspringende Höcker erhalten.

Abb. 4. Erwachsene Sexupara (dritte Generation)

Zur Zeit der Reifung der Galle sind auch ihre Insassen am zahlreichsten. Nun aber entsteht an der Galle eine immer größer werdende

Öffnung, durch die die reifen Sexuparae die Galle verlassen. Sie fliegen fort, ohne aber einen größeren Weg zurückzulegen. Sie bleiben sogar meistens an demselben Baum, höchstens werden noch die nächsten Bäume befallen. Nun suchen sie einen geeigneten Platz, wo sie ihre Embryonen zur Welt bringen können. Dies geschieht im Gegensatz zu den anderen Generationen, hintereinander an einem Tage. Das ist dadurch möglich, weil jede Eiröhre ungefähr zur gleichen Zeit nur ein einziges Ei bildet. In zwei der acht Eiröhren kommen immer nur Männchen zur Entwicklung, während sich in den anderen nur ovipare Weibchen bilden. Somit beträgt die Höchstzahl der Nachkommenschaft acht. Es gelangen aber meistens nicht alle Eier zur Entwicklung, sondern gewöhnlich nur sechs, manchmal sogar nur vier. Interessant ist die Tatsache, daß diese Herabsetzung der Nachkommenzahl nur das weibliche Geschlecht betrifft, während die zwei Männchen nie fehlen.

Die voll entwickelten Sexuparae nehmen keine Nahrung mehr zu sich. Aus diesem Grunde halten sie in Gefangenschaft ein paar Tage lang aus, im Gegensatz zu den anderen viviparen Formen, die nach einigen Stunden eingehen. Es gelingt sogar, sie in einem glatten Glasgefäß zum Geburtsakt zu zwingen.

Nachdem sie die Embryonen zur Welt gebracht haben, schrumpft ihr Hinterleib zusammen, die Tiere sind völlig erschöpft und leben nur noch einen halben bis einen Tag. So sind sie verhältnismäßig kurzlebig, da ihre Lebenszeit nur rund 45 Tage ausmacht. Sie verleben ihre ganze Larvenzeit in der Galle, die sie nur verlassen, um die Nachkommen an geeigneter Stelle zur Welt bringen zu können.

Die vierte Generation: Sexuales (♂ und ♀)

Sie ist die einzige Generation, die mit der Galle nichts zu tun hat und von der Geburt an bis zum Tode im Freien lebt. Die ersten erscheinen Ende August, bis spät in den Herbst, sogar im November kann man verspätete Nachzügler antreffen.

Schon am zweiten Lebenstage beginnen sie mit der Häutung und mit drei Tagen sind sie viermal gehäutet und damit geschlechtsreif. Sie irren zwischen der Rinde der Zweige und der des Baumstammes herum, nehmen keine Nahrung zu sich und wachsen auch nicht. Sie sind kurzlebig, mit einer Lebensdauer von rund zehn Tagen, rudimentär, mit mangelhaft ausgebildetem Darm, Mundgliedmaßen, Mycetom und ohne Speicheldrüse. Ihre einzige Lebensaufgabe ist das Erzeugen, bzw. Befruchten des Wintereies.

Da sie keiner Nahrung bedürfen, kann man sie in einem Glasgefäß halten und von ihrer Geburt an bis zum Tode beobachten. Es kommt bei ihnen manchmal vor, daß die letzte Häutung nicht gelingt, was sie mit dem Leben bezahlen müssen. Die Begattungsstellung ist, wie bei den Aphiden üblich; das Männchen sitzt auf dem Weibchen, wobei die Köpfe der Tiere gleichgerichtet sind.

Das Männchen (♂)

Verglichen mit den anderen Generationen sind die Männchen winzig kleine (Abb. 5), ungelenke Geschöpfe. Zart grün und glasig durchschimmernd, 0,7 mm lang und 0,3 mm breit. Die viergliedrigen Fühler 0,14 mm lang, ungefähr solang wie die Entfernung der Augen voneinander.

Gleich nach der letzten (vierten) Häutung, also am dritten Lebenstag, erlangen sie ihre Geschlechtsreife. Aus ihrer geringeren Zahl ergibt sich, daß jedes von ihnen mehrere (2—4) Weibchen begatten muß. Sie leben kaum zehn Tage lang, meistens nur eine Woche.

Das ovipare Weibchen (♀)

Sein Aussehen erfährt durch die vier Häutungen fast keine Veränderung. Sie sind etwas größer als die Männchen. Besonders ihr Abdomen ist viel länger (Abb. 6) und ausgefüllt von dem einzigen, riesigen Ei, welches milchigweiß durchschimmert und sich von dem glasig durchsichtigen, zart-grünen Körper des Tieres deutlich abhebt. Die

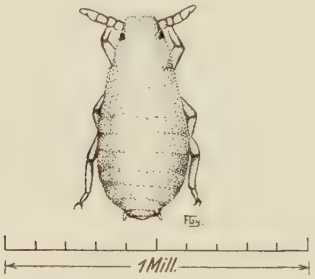


Abb. 5
Sexualismännchen (vierte Generation)

Abb 6
Sexualisweibchen (vierte Generation)

Gesamtlänge des erwachsenen Weibchens vor der Eiablage beträgt 1,0 mm, die Breite 0,4 mm. Die Antenne (Abb. 1 d) ist ähnlich wie beim Männchen 0,14 mm lang, ebenso wie auch die Entfernung der Augen.

Die Weibchen sind schon am dritten Lebenstag geschlechtsreif, am dritten bis vierten Tage werden sie von dem Männchen begattet. Vom nächsten Tag an scheiden die Wachsdrüsen des Hinterleibes feine, dünne, schneeweiße Wachsfäden aus, die bald einen lockeren, weichen Knäuel bilden. Am achten bis zehnten Lebenstage legt das Weibchen sein einziges Winterei ab, welches in die Mitte dieses Wachsknäuels eingeschoben wird. Nach der Eiablage mißt das völlig zusammengeschrumpfte und erschöpfte Weibchen nur noch 0,35 mm in der Länge und 0,30 mm in der Breite. Seine Lebensdauer beschränkt sich nur noch auf ein bis zwei Tage.

Das Winterei

Das abgelegte Winterei (Abb. 7) liegt eingebettet in dem schützenden Wachsknäuel. Gleich nach der Eiablage ist seine Farbe milchweiß, später (in zwei bis drei Tagen) orangegelb, mit der Zeit wird es grünlichbraun. Es ist länglichoval, 0,6 mm lang und 0,28 mm breit, mit einer sichtlich dicken Eihülle umgeben.

Abb. 7. Winterei

Während des Winters ruht die Embryonalentwicklung in ihm und setzt erst im Frühjahr wieder ein. Man trifft die ersten Wintereier schon im September, aber erst im April schlüpfen aus ihnen die jungen Fundatrices.

Zeitliche Verteilung der Generationen

Die zeitliche Verteilung und Folge der einzelnen Generationen ist am leichtesten aus Tabelle 1 zu ersehen.

Tabelle 1

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Fundatrix .	—	—	—	±	+	+	+	+	—	—	—	—
Virgo . . .	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	—	—
Sexupara . .	—	—	—	—	—	–	+	+	+	+	+	—
Sexuales . .	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	—
Winterei . .	+	+	+	±	—	—	—	—	+	+	+	+

Es soll nur bemerkt werden, daß, wie die Tabelle zeigt, die Sexuales zwar, von September bis November anzutreffen sind, die Zeit ihres massenhaften Vorhandenseins aber auf den September fällt. Später werden sie immer seltener.

IV. Vermehrung

Wir wollen uns einmal die Vermehrung der einzelnen Generationen von *Pemphigus spirothecae* zahlenmäßig gegenüberstellen und miteinander vergleichen. Naturgemäß sollen dabei die Männchen unbeachtet bleiben, um die Fehler zu vermeiden, die sich sonst durch den Vergleich telytoker Formen (parthenogenetische Erzeugung von nur Weibchen) mit der amphitoken Sexupara-Generation (parthenogenetische Erzeugung von Weibchen und Männchen) ergeben würden.

Die Angaben dieser Tabelle gewann ich folgenderweise. Die Zahl der Ovariolen konnte ich in Quetschpräparaten, in mikroskopischen Schnittserien, wie auch durch Sezieren feststellen. (Bei der Reduktion der Ovariolenzahl des Sexualisweibchens soll auf meine Arbeit 1937 hingewiesen werden.)

Tabelle 2

Die weiblichen Generationen von *Pemphigus spirothecae*	Zahl der Ovariolen	Zahl der erzeugten Nachkommen in einer Ovariole	Zahl der gesamten weiblichen Nachkommen (Durchschnitt)	Lebensdauer in Tagen (Durchschnitt)
I. Fundatrix	8	10	80	110
II. Virgo	8	4	30	90
III. Sexupara	8	1	4	45
IV. Sexualis	1	1	1	10

Mit ähnlichen Verfahren kann man auch die Zahl der in einer Eiröhre erzeugten Nachkommen ermitteln. Durch Multiplizieren beider Zahlen werden die gesamten Nachkommen des betreffenden weiblichen Tieres gewonnen. In der Tabelle stehen aber durchschnittliche Zahlen, die allerdings den theoretischen durchaus entsprechen. Die tatsächliche Gesamtzahl der Nachkommen eines Weibchens wurde aber auf eine andere Weise erfaßt. Man bezeichnet und numeriert eine Anzahl junger Gallen, in denen man die Nachkommen von Zeit zu Zeit auszählt. Anfangs kann man sich durch leichtes Aufdrehen der Galle in ihr Inneres ohne Schwierigkeiten einen Einblick verschaffen. Später muß man leider die Gallen, eine nach der anderen opfern, um eine genaue Auszählung vornehmen zu können.

Bei diesen Beobachtungen verfolgte ich das Ziel, möglichst die normalen Mittelwerte herauszustellen. Aus diesem Grunde wurden nur mittelgroße, gesunde Gallen ausgewählt. Um dem Fehler vorzubeugen, der dadurch hätte entstehen können, daß neben der alten Fundatrix gleichzeitig auch schon die erstgeborenen Virgines ihre Nachkommen zur Welt bringen, entfernte ich aus einer Reihe von Beobachtungsgallen die erstgeborenen Virgines und umgekehrt bei einer anderen Serie von Gallen die Fundatrices. Eine mühsame Arbeit, die nur dann gelingen kann, wenn sehr stark befallene Pappeln in unmittelbarer Nähe zur Verfügung stehen.

Durch diese Beobachtungsanordnung konnte ich folgende Feststellungen machen. In der individuellen Entwicklung und Lebensführung der Tiere derselben Generation herrscht eine überaus starke zeitliche Beständigkeit. Zum Beispiel: zum Zeitpunkt der Häutungen und des ersten Geburtsaktes sind nur ganz geringfügige (ein Tag) individuelle Verschiebungen zu beobachten. Aber auch in der Vermehrungsgeschwindigkeit der Nachkommenzahl und dem Lebensalter zeigen die Mitglieder derselben Generation keine nennenswerten Verschiedenheiten.

Vergleichen wir dagegen die einzelnen Generationen miteinander, so sind große Verschiedenheiten zu bemerken. Die Zahl der Nachkommen der agamen Formen sinkt von Generation zu Generation immer stärker.

Doch den Tiefpunkt erreicht das befruchtungsbedürftige Sexualisweibchen, während die aus dem befruchteten Winterei hervorgehende Fundatrix die weitaus stärkste Vermehrungskraft besitzt. Es ist durchaus möglich, daß es sich hier um die bekannte Erscheinung handelt nämlich, daß die Produktionskraft nach fortgesetzter Parthenogenese nachläßt.

Ähnlich wie die Vermehrungskraft verhält sich auch die Lebensdauer. Auch hier zeigt sich eine starke Abschwächung, die, wie wir das aus Tabelle 2 entnehmen können, die Lebensdauer während des Jahreszyklus auf den zehnten Teil herabzusetzen vermag. In einem anderen Zusammenhang (1937) habe ich schon darauf hingewiesen, daß bei dieser Aphidenart auch „die Produktionskraft ihrer Symbionten während eines Jahreszyklus zurückgeht". Nun dürften wir vielleicht im allgemeinen annehmen, daß es sich hier um eine allmähliche und gleichgerichtete Verminderung der Vitalität des Tieres selbst, wie auch seiner Symbionten handelt.

Trotzdem die Zahl der Nachkommen einzelner Tiere während des Jahreszyklus von Generation zu Generation immer geringer wird (80—30—4—1), nimmt naturgemäß die Gesamtzahl der Insassen der Galle beträchtlich zu. Man kann diese Zahlen aus den bisher erörterten Angaben rein theoretisch errechnen. Man kann sie aber auch empirisch erfassen, indem man in bestimmten Zeitabständen die jeweiligen Zahlen der Insassen mehrerer (10 bis 20) Gallen auszählt und die Durchschnittszahl bildet. Es ist sehr lehrreich, die beiden Resultate miteinander zu vergleichen.

Tabelle 3

Datum Jahr Monat Tag	Zahl der Insassen einer Galle gezählt	errechnet
1937, Juni 3. . . .	1	1
7. . . .	8	8
14. . . .	23	22
21. . . .	32	33
28. . . .	40	43
Juli 5. . . .	54	53
12. . . .	61	64
22. . . .	126	174
August 3. . . .	200	452
9. . . .	389	732
16. . . .	711	1062
23. . . .	1380	1324

Von diesem Zeitpunkt (September) an wäre ein weiterer Vergleich nicht mehr zutreffend. Die Gallen sind nämlich herangereift, es entstehen an ihnen Öffnungen, durch die die geflügelten Sexuparae die Galle verlassen. Andererseits dringen in die offenen Gallen bald Feinde ein, wodurch die Zahl der Insassen verschiedentlich herabgesetzt wird. Man kann

aber feststellen, daß die zu errechnenden Vermehrungsziffern den tatsächlichen Zahlen durchaus nahe kommen, falls sie sich auf sorgfältigst ermittelte Angaben und Einzelbeobachtungen stützen. Bei *Pemphigus spirothecae* ist das möglich gewesen, solange die Tiere in den geschlossenen Gallen vor schädlichen Einwirkungen der Außenwelt verschont blieben.

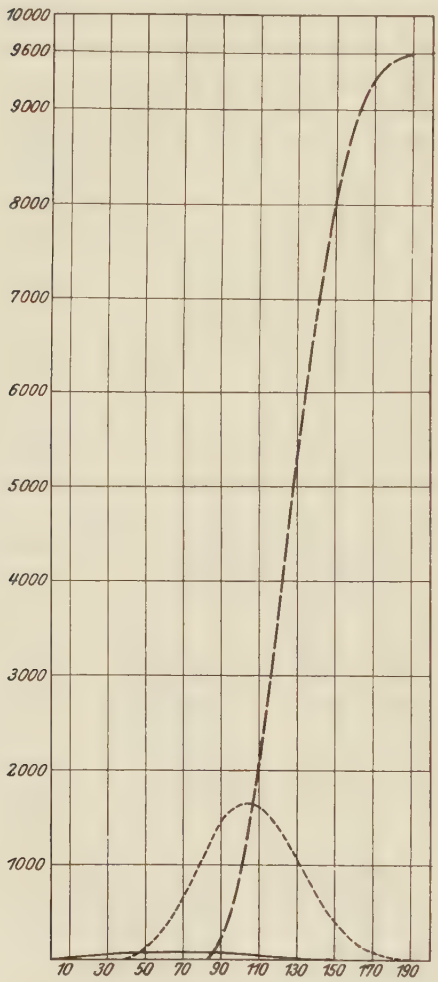


Abb. 8
Abszisse: Tage nach der Geburt des ersten Virgoweibchens. Ordinate: Errechnete Individuenzahlen. ——— Virgoweibchen. - - - - Fundatrixweibchen. — — — Wintereier (gleich Sexualisweibchen)

Des weiteren wollen wir die errechneten Nachkommenzahlen einer einzigen Fundatrix im Laufe eines Jahreszyklus graphisch darstellen. Auf der Abszisse sind die vergangenen Tage nach der Geburt des ersten Virgoweibchens aufgetragen; auf der Ordinate liest man die Individuenzahlen ab. Da die Sexualisweibchen nur ein einziges Winterei erzeugen, wurde die Kurve der Sexuales weggelassen und durch die der Wintereier ersetzt.

Die Kurve veranschaulicht sehr deutlich die haltlose Produktionssteigerung von Generation zu Generation, und macht uns die unglaublich starke Vermehrung mancher Aphiden erklärlich. So rechnete z. B. Herrick (1926) in der Zeitspanne vom 31. März bis 15. August für 12 Generationen der Blattlaus *Brevicoryne brassicae* eine Gesamtzahl Nachkommen von 564,087,257,509 Millionen. Es braucht nicht erörtert zu werden, daß eine derartig starke Vermehrung — in Anbetracht der Feinde, ungünstiger Witterung usw. — in Wirklichkeit nie zustande kommen kann. Immerhin soll diese Eigenschaft der Aphiden ihre Rolle als Wirtschaftsschädlinge und besonders als Überträger verschiedener infektiöser Pflanzenkrankheiten, vornehmlich der Viruskrankheiten betonen.

Vergleicht man die Vermehrungstätigkeit von *Phemphigus spirothecae* mit der anderer Blattläuse, so fällt zunächst die sehr verlangsamte Nachkommenproduktion auf. Ich beobachtete bei *Aphis sambuci* L. im Durch-

schnitt 11—12 Geburten pro Tag, während wir bei *Pemphigus spirothecae* diese Zahl auf eins gesetzt haben. Dieser Verlust wird allerdings durch die Langlebigkeit der Tiere wieder wettgemacht. Vermehrungsbiologisch viel wichtiger ist der Verlust, den *Phemphigus spirothecae* durch die äußerst geringe Zahl seiner Generationen erleidet; denn gerade durch die rasch aufeinander folgenden Generationen wird die Zahl der Gesamtnachkommenschaft ins Haltlose gesteigert, deshalb beträgt bei *Pemphigus spirothecae* die gesamte Jahresnachkommenschaft nur 17 Tausend, während diese Zahl, wie schon erwähnt, nach Herrich bei *Brevicorine brassicae* auf 564,087,257,509 Millionen geschätzt wird.

V. Natürlicher Tod, Krankheiten, Feinde

Bei dem gallenbewohnenden *Pemphigus spirothecae* haben wir es mit einer Blattlausart zu tun, welche von Feinden und von der Ungunst der Witterung weitgehend verschont bleibt, wenigstens so lange, als die Galle geschlossen ist. So erreichen sie in sehr hohem Prozentsatz ihre natürliche Altersgrenze und sterben den natürlichen Tod. Anscheinend werden sie auch von Krankheiten nur in sehr geringem Maße belästigt. So fand ich in den Gallen die Leichen fast ausnahmslos von überalterten Individuen. Nur selten stieß ich dabei auf Fälle, bei denen die Todesursachen auf Häutungsschwierigkeiten zurückzuführen waren. Auch die Geburtsschwierigkeiten scheinen eine durchaus untergeordnete Rolle zu spielen.

Sobald aber die Galle reift und sich öffnet, steht auch der Weg für Feinde und Witterungseinflüsse frei. Von letzteren spielt besonders die trockene Wärme und der Wind eine nicht geringe Rolle und trägt zur Austrocknung der Galle bei. Dadurch wird den noch ernährungsbedürftigen Larven die Weiterentwicklung versagt.

Von den in die Galle eingedrungenen Feinden konnte ich drei des öfteren feststellen. Die Hemerobiuslarven sind schon seit langem als sehr erfolgreiche Feinde der Aphiden bekannt. Sie ergreifen die Blattläuse mit ihren starken Zangen und saugen sie aus. Wenn sie einmal in die Galle gelangen, räumen sie unter den Blattläusen wegen ihrer sehr starken Gefräßigkeit in kurzer Zeit auf und können die ganze Galle völlig ausrotten.

Der zweite Feind ist eine Fliegenlarve aus der Unterfamilie Syrphinae. Ich konnte sie von Ende August an, sehr häufig in den Gallen antreffen. Die dicke, karnivore Larve dieser Schwebfliege findet in der Galle von *Pemphigus spirothecae* Unterkunft und ernährt sich in reichlichem Maße von deren Insassen. Ihre Körpergestalt ist sehr bezeichnend und durch den spitzen, vorderen und breiten, hinteren Teil gekennzeichnet. In einer Galle halten sich meistens ein oder zwei, selten auch drei Larven auf.

Schließlich soll noch eine kleine Wanze: *Anthocoris minki* Dhrn. als Feind angeführt werden. Ihre Larven dringen schon im Juli in die unreifen Gallen ein. Dort saugen sie mit ihrem starken Rüssel die Läuse

aus. Auch die Imagines ernähren sich ähnlich. Sie wandern gerne von Galle zu Galle, ohne sämtliche Insassen auszurotten. Ich fand sie aber auch in total ausgerotteten Gallen, manchmal sogar fünf bis sechs an der Zahl. Sie sind sehr oft anzutreffen, und zwar von Juli bis November.

Zusammenfassung

1. In der Galle von *Pemphigus spirothecae* können nur direkte Abkömmlinge eines einzigen Fundatrixweibchens sein. Sie bleiben den ganzen Sommer hindurch beisammen.
2. Die Zahl der Generationen beträgt vier, diese sind der Reihe nach folgende: 1. Fundatrix, 2. Virgo, 3. Sexupara, 4. Sexuales mit dem erzeugten Winterei. Sie häuten sich alle während der Entwicklung viermal.
3. Das Fundatrixweibchen erzeugt die Galle, wird in diese eingesperrt, entwickelt sich, bringt rund 80 Nachkommen parthenogenetisch und lebend zur Welt und stirbt 100—110 Tage alt, in der Galle.
4. Die Virgogeneration ist ebenfalls parthenogenetisch und vivipar. Sie erzeugt rund 30 Nachkommen und lebt 80—90 Tage lang. Die ist die einzige Generation, die das ganze Leben lang ausschließlich in der Galle verbringt.
5. Die Sexuparageneration ist ebenfalls parthenogenetisch und vivipar, aber im Gegensatz zu den anderen, meistens geflügelt. Sie verläßt die Galle, bringt immer zwei Männchen und vier Weibchen zur Welt und erreicht ein Alter von nur 45 Tagen.
6. Die Geschlechtstiere sind kurzlebig und rudimentär. Nach der Begattung legt das Weibchen das einzige, große Winterei ab und nachher stirbt es.
7. Die verschiedenen Generationen weisen wesentliche, äußerliche Verschiedenheiten auf.
8. In der individuellen Entwicklung und Lebensführung der Tiere derselben Generation herrscht eine starke zeitliche Beständigkeit.
9. Während des Jahreszyklus, vom Frühjahr bis zum Herbst, findet eine allmähliche Verminderung der Lebensdauer und Vermehrungskraft der einzelnen Generationen statt.
10. Die Zahl der täglichen Geburten bei *Pemphigus spirothecae* ist, verglichen mit der anderer Aphidenarten, sehr gering. Dagegen bleibt diese Aphidenart, wenigstens solange die Galle geschlossen ist, von Feinden und Ungunst der Witterung weitgehend verschont.

Schrifttum.

Beier, M., Homoptera in: Kükenthals Handbuch der Zoologie Bd. 4. Berlin 1938.
Börner, C., u. Schilder, A. F., Aphidoidea. In: Sorauer Handbuch der Pflanzenkrankheiten 4. Aufl. Berlin 1932.
Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas 1. Bd. Berlin 1914.

Friederichs, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwissenschaftlichen Zoologie. Berlin 1930.

Haracsi, L., Beiträge zur Biologie der Blattläuse. In: Forstliche Versuche (Ungarn) Bd. 40, 1938.

Herrick, G. W., The „Ponderable Substanc of Aphids" (Homopt.). In: Entom. News. Philadelphia V, 37, No 7, 1926.

Kelle, A., Ursache der Eichenkropfbildung. In: IX. Kongreß des Internationalen Verbandes forstlicher Forschungsanstalten. Budapest 1936.

Tóth, L., Über die frühembryonale Entwicklung der viviparen Aphiden. In: Z. Morph. u. Ökol. Tiere Bd. 27, 1933.

— — Entwicklungszyklus und Symbiose von *Pemphigus spirithecae* Pass. (Aphidina). In: Z. Morph. u. Ökol. Tiere Bd. 33, 1937.

Weber, H., Biologie der Hemipteren. Berlin 1930.

— — Aphidina. In: Schulzes Biologie der Tiere Deutschlands. Teil 31. Lief. 38. Berlin 1935.

Witlaczil, E., Entwicklungsgeschichte der Aphiden. In: Z. f. wiss. Zool. Bd. 40, 1884.

(Aus der Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft)

Der Luzerneblattnager (Phytonomus variabilis Herbst)

Von

Otto Kaufmann

(Mit 29 Abbildungen)

I. Teil

Inhaltsübersicht

Seite

I. Vorwort 313
II. Systematik 314
III. Morphologie 315
A. Der Käfer 315
B. Das Ei 316
C. Die Larve 316
D. Die Vorpuppe 319
E. Die Puppe 319
IV. Lebensgeschichte 319
A. Embryonalentwicklung 320
B. Das Larvenstadium 322
1. Das Schlüpfen der Junglarve 322
2. Lebensgewohnheiten und Fraßbild 323
a) Erstes und zweites Stadium 323
b) Drittes und viertes Stadium 326
3. Die Häutungen 328
4. Entwicklungsdauer 328
5. Das Gespinst und seine Herstellung 329
C. Die Vorpuppe 332
D. Das Puppenstadium 332
E. Das Leben des Käfers 334
1. Die Verwandlung 334
2. Erhärtung, Ausfärbung und Befreiung 334
3. Sinnestätigkeit 335
4. Die Ernährung 336
a) Fraßbild 336
b) Wirts- und Brutpflanzen 337

Seite
5. Die Abwanderung 339
6. Die Überwinterung 341
7. Fortpflanzung 342
a) Geschlechterverhältnis 342
b) Kopulation 342
c) Eireifung 343
d) Ablage 344
8. Lebensdauer 351
F. Der jährliche Generationsablauf 351
1. Die Dauer der Gesamtentwicklung 353
2. Die zeitliche Zuordnung zur Wirtspflanze 353
3. Die Anzahl der Generationen 356

* * *

I. Vorwort

Der Luzerneblattnager ist in den Vereinigten Staaten von Nordamerika ein gefürchteter Schädling der Luzerne, die dort als Futterpflanze eine sehr große Rolle spielt. Im Jahre 1904 wurde der Käfer in diesem Erdteil zuerst im Staate Utah in der Nähe von Salt Lake City entdeckt, und man nimmt an, daß er aus Europa eingeschleppt wurde. Von diesem Herd aus hat er dann Jahr um Jahr neue Gebiete und einen Staat nach dem andern erobert. Besonders im ersten Jahrzehnt seines Auftretens sind ungeheure Schäden entstanden, deren Höhe man z. B. im Staate Utah auf jährlich 3 Mill. Dollar berechnete. Seiner Bedeutung entsprechend ist in der neuen Welt auch die Literatur über diesen Schädling stark angewachsen und mehrmals sind in Europa Amerikaner in Feldstationen tätig gewesen, um die Parasiten des Käfers in dessen Heimat kennen zu lernen und sie in das neue Befallsgebiet zu überführen. Noch heute bestehen in den Vereinigten Staaten zahlreiche strenge Quarantänegesetze, die eine Weiterverbreitung verhindern sollen. Über die praktische Bedeutung und Wirksamkeit dieser Maßnahmen sind die Meinungen geteilt. Überhaupt hat man gerade in jüngster Zeit mehr und mehr erkannt, daß dem Schädling durch direkte Bekämpfung, vor allem aber durch zweckentsprechende, neuzeitliche Kulturmaßnahmen die Möglichkeit zur Massenvermehrung weitgehend genommen werden kann.

Man möchte annehmen, daß der Luzerneblattnager im Verbreitungsgebiet der alten Welt ein guter Bekannter ist, der auch hier eine eingehende Bearbeitung erfahren hat. Das ist aber keineswegs der Fall: Die europäische Literatur über diesen Schädling ist vielmehr im Ver-

gleich mit der amerikanischen ganz erstaunlich gering. Aus Deutschland z. B. liegen, abgesehen von Veröffentlichungen der Systematiker, nur einige kleinere Mitteilungen vor, deren erste in das Jahr 1923 zurückreicht. Die Folgerung liegt nahe, daß eben in Europa der Käfer als Schädling gar nicht oder nur sehr selten und örtlich begrenzt in Erscheinung tritt, und daß deshalb der Anlaß zu seiner Erforschung fehlte. Selbst wenn diese Erklärung richtig ist, bleibt immer noch die interessante Frage offen, wie es kommt, daß er in seiner Heimat kaum praktische Bedeutung besitzt, in den Vereinigten Staaten dagegen als gefürchteter Großschädling auftritt? Dieses Problem ist auch von den amerikanischen Forschern wiederholt aufgeworfen worden. Es war daher nicht nur reizvoll, sondern auch von grundsätzlicher Bedeutung, diesen Fragen einmal in der Heimat des Käfers nachzugehen. Eigentlicher Anlaß zu der vorliegenden Arbeit aber war ein örtliches Massenauftreten des Schädlings im Jahre 1936 in Schleswig-Holstein und, wie sich bei weiterer Untersuchung herausstellte, auch eine starke Verbreitung und beachtliche Schadwirkung in großen Teilen des Reiches in den Jahren 1937 und 1938.

Der Anbau der Luzerne wird in Deutschland besonders wegen ihres Eiweißreichtums und ihrer guten Vorfruchtwirkung lebhaft gefördert und ist erfreulicherweise auch in ständiger Zunahme begriffen. Es läßt sich zur Zeit noch nicht absehen, ob mit einer weiteren Vermehrung der Luzerneanbaufläche und der Luzernesaatgutgewinnung auch der Schädling an Bedeutung zunehmen wird. Eine eingehende Bearbeitung des Luzerneblattnagers als wichtiger Schädling dieser Futterpflanze erhält damit auch durch die Forderungen der Praxis ihre Rechtfertigung.

II. Systematik

Der Luzerneblattnager wurde zuerst von Herbst im Jahre 1784 unter dem Namen *Curculio haemorrhoidalis* beschrieben und erhielt später von ihm den Namen *Curc. variabilis* (1795). 1810 erscheint die Art bei Gyllenhal als *Phytonomus posticus* und unter dieser Bezeichnung oder als *Hypera postica* (Gyllenhal) wird sie heute noch in der nordamerikanischen Literatur allgemein geführt. Nach den Nomenklaturregeln ist jedoch der gültige Name *Phytonomus variabilis* (Herbst). Im europäischen Schrifttum wird nur diese Bezeichnung angewandt. Im Verbreitungsgebiet der Vereinigten Staaten nennt man den Käfer in der landläufigen Sprache „alfalfa-weevil".

Der Artname *variabilis* deutet schon an, daß das Aussehen, im besonderen die Färbung, sehr veränderlich ist. Das Tier ist infolgedessen in der älteren Literatur auch wiederholt unter verschiedenen anderen Namen beschrieben worden und man hat außerdem zahlreiche Varietäten unterschieden. Eine ausführliche Zusammenstellung darüber befindet sich bei Titus (1911), der erstmalig gründliche Untersuchungen über diesen Schädling in den Vereinigten Staaten durchgeführt hat.

III. Morphologie

A. Der Käfer

Der Luzerneblattnager (Abb. 1) hat eine länglich-ovale Gestalt und ist etwa 4,5—5,5 mm groß. Die kleineren Stücke sind in der Regel Männchen und die größeren Weibchen, doch überschneiden sich beide Geschlechter ziemlich weitgehend. Eine Unterscheidung der Geschlechter ist am leichtesten an der verschieden gestalteten Hinterleibspitze durchführbar (Abb. 2). Im Gegensatz zu der im Aussehen und auch in der Lebensweise sehr ähnlichen Gattung *Hypera* haben die Vertreter der Gattung *Phytonomus* keine gleichmäßig abgerundeten Schultern, sondern etwas eckig abgeschrägte und somit deutlich erkennbare Schulterbeulen. Durch die Gestalt der Schuppen auf den Flügeldecken lassen sich die Arten der Gattung *Phytonomus* in 2 Gruppen trennen. Die Abteilung, zu der *Ph. variabilis* gehört, besitzt Schuppen, die in zwei langen Spitzen auslaufen, also sehr tief eingeschlitzt sind. Das Halsschild hat seine größte Breite in der Mitte und ist ebenso lang wie breit. Der Rüssel hat die Dicke des Vorderschenkels, und das erste Glied der Fühlergeißel ist nicht oder nur wenig länger als das zweite.

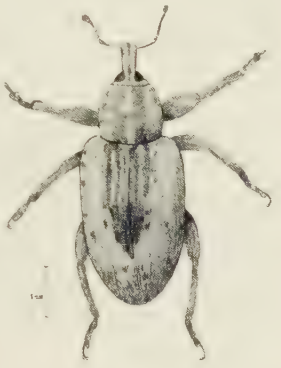


Abb. 1. Der Luzerneblattnager (*Ph. variabilis* Hbst.)

Die Farbe der dicht stehenden Härchen und Schuppen ist sehr mannigfaltig und wechselnd, doch herrschen die grauen und bräunlichen Töne vor. Auf der Mitte des Halsschildes ist bei den meisten Exemplaren ein schmaler heller Streifen auf dunklem Grunde vorhanden. Da auch die Seiten des Prothorax in der Regel heller sind als der Rückenteil, entstehen auf diese Weise meist zwei dunkle Ränder auf dem Halsschild. In der Höhe der an den Vorderrand des Halsschildes anstoßenden Augen befindet sich ebenfalls oft ein dunkler Fleck. Die Oberseite der Flügeldecken ist in der Mitte an der Naht in der Regel am dunkelsten. Dadurch entsteht ein breites, dunkles, unregelmäßig begrenztes Band, das sich nach hinten verjüngt. Reihen von feinen, hellgrauen Borsten oder Haaren wechseln mit Schüppchen ab, und die bisweilen fast schwarzen Flecke mit hellen Haaren sind bei vielen Exemplaren mehr oder weniger regelmäßig über die Seiten der Flügeldecken verteilt. Ältere Käfer, die einen Teil ihres Schuppenkleides verloren haben, sind dunkler als Jungkäfer, doch kommen auch junge Exemplare vor, die von vornherein sehr dunkel

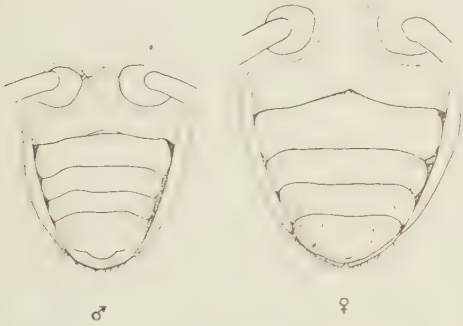


Abb. 2. Unterseite des Abdomens von Männchen und Weibchen des Luzerneblattnagers (halbschematisch)

sind, wie es andererseits auch Aberrationen gibt, die ganz hellgrau aussehen. Glanz ist gelegentlich auf den Schuppen wahrnehmbar, besonders vorne an den hellen Mittelstreifen des Prothorax [1]).

B. Das Ei

Die Eier (Abb. 3) von *Phytonomus variabilis* sind verhältnismäßig groß und stumpfoval. Die durchschnittliche Länge beträgt etwa 0,55 mm und die mittlere Breite 0,36 mm. Gelegentlich kommen aber auch Eier vor, die besonders breit und übermäßig lang sind. Im extremen Fall war ein Exemplar 0,76 mm lang, dabei aber nur 0,40 mm breit.

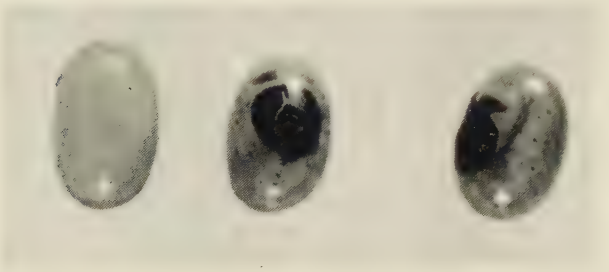


Abb. 3. Eier von *Ph. variabilis*, links frisch, Mitte und rechts mit schlüpfreifem Embryo

Die frisch abgelegten Eier erscheinen glatt und glänzend. Erst bei Vergrößerung erkennt man, daß die Oberfläche etwas rauh und genarbt ist (Essig und Michelbacher [1933]). Die Farbe ist zunächst hell dottergelb, bisweilen auch leicht orange. In dem Maße, wie die Entwicklung voranschreitet, verliert sich die sattgelbe Farbe und macht einem stumpfen graubräunlichen Tone Platz. Die Eier sehen dann, besonders an der Peripherie und den Polen, wie angeräuchert aus. Diese Färbung ergreift dann immer tiefere Zonen des Eies und der Ton wird dadurch dunkler. Kurz vor dem Schlüpfen scheint dann der schwarze Kopf des Embryos deutlich durch die Eihäute hindurch. Auch der Embryo selber ist gut zu erkennen, da die Eihaut trotz ihrer grauen Farbe durchsichtig bleibt.

C. Die Larve

Die Larve des Luzerneblattnagers durchläuft 4 Stadien. Wenn die junge Larve aus dem Ei schlüpft, so ist der Körper elfenbeinfarben bis gelbgrün. Nur der Kopf ist tief schwarzbraun und auf der Oberseite des ersten Brustsegmentes befindet sich ein Nackenschild, das aus zwei spitzen, fast gleichschenkligen Dreiecken gebildet wird, die mit ihren schmalen Seiten einander zugekehrt sind und in der Mitte einen schmalen Zwischenraum lassen.

Der ganze, deutlich segmentierte fußlose Körper ist mit kleinen warzigen Höckern versehen (Abb. 4). Nur das Nackenschild und die länglichovalen Stigmenfelder sind davon frei. Auf dem Rücken ver-

[1]) Ausführliche Beschreibung des Käfers und seiner Entwicklungsstadien siehe auch Titus (1909b).

laufen zwei Borstenreihen und an den Seiten je eine. Nur einige davon am Thorax und am Ende des Abdomens laufen in eine feine Spitze aus, alle übrigen enden deutlich keulenförmig.

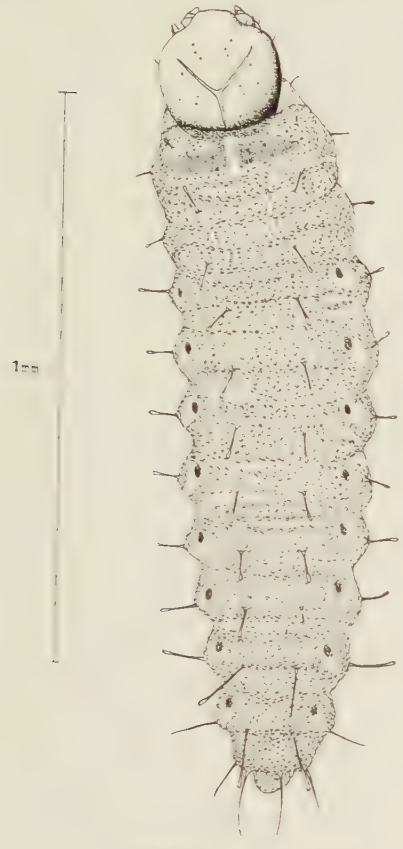


Abb. 4. Junglarve von *Ph. variabilis*

Unmittelbar nach der Häutung ist der Kopf der Larven zunächst weißlich oder gelbgrau, dunkelt dann aber mit der Erhärtung des Chitins in kurzer Zeit nach. Ein Vergleich zeigt, daß er im ersten Stadium am dunkelsten ist. Schon bei der Larve II und mehr noch beim dritten Stadium ist besonders unter der Lupe ein

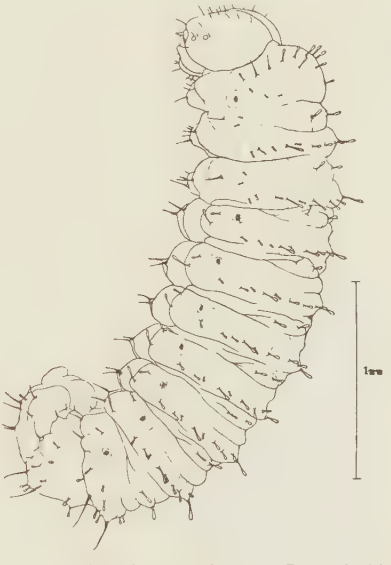


Abb. 5. Drittes Larvenstadium von *Ph. variabilis* (frisch gehäutet)

bräunlicher Ton zu erkennen, während im letzten Stadium der Kopf deutlich braun, fleckig und auch wesentlich heller geworden ist. Ähnlich liegt es mit dem Nackenschild. Es ist bei der Larve I schwärzlich und scharf abgegrenzt, im zweiten Stadium heller, bräunlich, aber noch deutlich erkennbar. Bei dem dritten Stadium ist dies Feld nur noch schwach angedeutet und bei der Altlarve praktisch verschwunden.

In der Beborstung sind die Larven I und II einander sehr ähnlich, aber das dritte Stadium (Abb. 5) ist leicht von II dadurch zu unterscheiden, daß sich die Zahl der Borsten stark vermehrt hat. Diese Larve ähnelt wiederum weitgehend dem vierten Stadium.

Während der Farbton des Kopfes und Nackenschildes im Laufe der Entwicklung heller wird, ist es in bezug auf die Farbe des Larven-

körpers umgekehrt: die hell elfenbeinfarbige Larve I bekommt im zweiten Stadium einen deutlichen gelbgrünen Ton. Das dritte Stadium ist kurz vor der Häutung schon mehr grün als gelb, und die Altlarve endlich ist lebhaft saftgrün, dabei aber immer noch um einen Ton heller als das Grün der Luzerne. Die im Laboratorium gezogenen Larven sind in der Regel etwas heller und mehr gelblich als die im Freiland aufgewachsenen Tiere. Der Unterschied ist um so größer, je höher die Temperaturen in der Zucht waren. Auffällig bei den Larven sind ein breites weißliches Band, das der Länge nach über den Rücken verläuft, und je ein schmaler weißer Streifen an den Seiten des Körpers. Diese Streifen sind bei der Junglarve noch nicht erkennbar und treten um so deutlicher hervor, je älter bzw. je grüner die Larven werden. Sie geben den Larven von *Phytonomus variabilis* übrigens äußerlich eine große Ähnlichkeit mit den Larven einiger Schmetterlinge, Schwebfliegen und anderer Rüsselkäfer aus der Gattung *Phytonomus*.

Neben den grünen Larven kommen im Freilande in geringer Zahl auch solche vor, die zartrosa bis lachsfarben sind und dabei die hellen Streifen auf dem Rücken und an den Seiten nicht vermissen lassen. Aus diesen Larven gingen verhältnismäßig stark gefleckte Käfer hervor, die sich aber im übrigen von der Stammform nicht wesentlich unterschieden.

Da die Länge und Breite des Larvenkörpers auch innerhalb eines Stadiums ganz erheblich schwankt und mit dem Alter zunimmt, so ist es kaum möglich, lediglich nach der Größe kurz vor der Häutung stehende Larven von frisch gehäuteten Larven des nächst höheren Stadiums zu unterscheiden. Ein sicheres Merkmal stellt aber die Kopfkapselbreite dar, die für jedes Stadium weitgehend konstant ist. Die

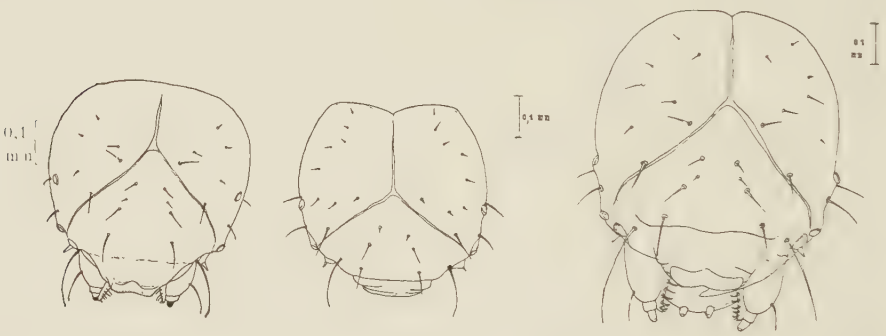


Abb. 6. Kopfkapseln der Larven von *Ph. variabilis* (links Larve II, Mitte Larve III, rechts Larve IV) Kopfkapsel der Larve I siehe Abb. 4

mittlere Breite der Kopfkapseln in den 4 Stadien beträgt: Larve I: 0,212 mm, Larve II: 0,290 mm, Larve III: 0,436 mm und Larve IV: 0,654 mm (siehe Abb. 6, für das erste Stadium auch Abb. 4). Der Wachstumsfaktor (Comstock [1930]) beträgt demnach 1,5.

Die ausgewachsenen Larven sind gut 1 cm lang und gut 2 mm breit.

D. Die Vorpuppe

Wenn die Larve ihre Reife erreicht hat, stellt sie das Fressen ein und spinnt einen Kokon. Darin ruht sie als Vorpuppe fast bewegungslos, und in dieser Zeit geht die innere Umwandlung zur Puppe vor sich.

Die Vorpuppe hat äußerlich die Merkmale der Altlarve, nur die Färbung und Haltung ist eine andere. Der Körper ist gedrungen, und die Brustsegmente schwellen mehr und mehr an. Der Kopf ist zur Unterseite hin geneigt, und auch das Abdomenende wird ventral etwas eingeschlagen, so daß der ganze Körper gekrümmt ist. In dem Maße, wie die innere Einschmelzung und Umwandlung fortschreitet, verliert sich die saftig grüne Färbung, besonders bei den Thoraxsegmenten und treten auch die hellen Streifen mehr und mehr zurück. Dafür bekommt der Körper ein schmutzig gelbgrünes und etwas gefleckte Aussehen.

E. Die Puppe

Bei den Puppen (Abb. 7) macht sich schon stärker als bei den Larven ein Größenunterschied bemerkbar, je nachdem, ob sie sich zu einem kleineren Männchen oder einem größeren weiblichen Käfer entwickeln. Sie sind im Mittel etwa 4—5,5 mm lang. *Phytonomus variabilis* besitzt die bekannte freie Puppe, bei der schon alle zukünftigen äußeren Organe dem Körper eng anliegend weitgehend vorgebildet und sichtbar sind. Eine genauere Beschreibung erübrigt sich unter Hinweis auf Abb. 7. Bemerkenswert ist nur die eigenartige Beborstung. Eine Anzahl von längeren Borsten bewirkt durch ihre Anordnung, daß die Puppe nicht überall direkt dem Kokon anliegt, sondern mehr oder weniger in dem Gespinst elastisch hängt oder schwebt. Durch kräftige Bewegung des Abdomens vermag sie ihre Lage leicht zu ändern.

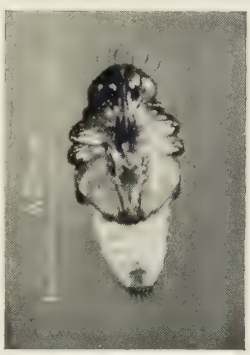


Abb. 7. Puppe von *Ph. variabilis*

Die Farbe der frisch entstandenen Puppe ist zunächst hell gelbgrün. Sie verfärbt sich aber noch mehr als die Larve im Laufe ihrer Entwicklung und wird dabei zusehends dunkler. Die vorherrschenden Farbtöne sind olivgrün und bleigrau bis bräunlich. Puppen, die aus rosafarbenen Larven hervorgegangen sind, sind leicht an den vorwiegend gelblichrötlichen Farbtönen zu erkennen.

IV. Lebensgeschichte

Der Lebensablauf des Luzerneblattnagers ist in großen Zügen wie folgt: Die Eier werden in Gruppen in kleine, vom Käfer hergestellte Höhlungen des Stengels abgelegt. Die Junglarven gewinnen das Freie

und leben zunächst zwischen gefalteten Blättern verborgen in den Blattachseln und Knospen. Als 3. und 4. Stadium leben sie frei an den Blättern. Die Verpuppung vollzieht sich in einem weitmaschigen Gespinst an der Basis der Pflanzen. Die Jungkäfer gehen nach einem Reifungsfraß ins Winterquartier.

A. Embryonalentwicklung

Bei Besprechung der Morphologie des Eies wurde schon angegeben, daß die fortschreitende Entwicklung des Embryos im Ei sich dadurch bemerkbar macht, daß das ursprünglich glänzend dottergelbe Ei mehr und mehr einen stumpf graubräunlichen Farbton annimmt. Der Embryo selbst ist in diesem Stadium aber noch nicht erkennbar. Er wird erst sichtbar, wenn die Kopfkapsel sich schwarz zu färben beginnt. Kurz vor dem Schlüpfen kann man den ganzen Embryo im Ei durch die dann pergamentartig sich abhebenden Eihäute hindurch liegen sehen. Die Bewegungen der jungen, schlüpfreifen Larve sind manchmal recht lebhaft, besonders wenn ihr bei zu geringer Feuchtigkeit ein Zerreißen der Eihäute Schwierigkeiten bereitet.

Für die Dauer der Embryonalentwicklung werden von den einzelnen Autoren erklärlicherweise verschieden lange Zeiträume angegeben. Diese schwanken etwa zwischen 7 und 16 Tagen je nach dem Zeitpunkt, dem Ort und wohl auch nach der Genauigkeit der Beobachtung. Eine Zusammenstellung darüber befindet sich bei Essig und Michelbacher (1933). Umfangreiche und exakte Laboratoriumsversuche haben über diesen Gegenstand Sweetman und Wedemeyer (1933) veröffentlicht. Sie prüften den Einfluß konstanter und wechselnder Temperatur wie auch die Wirkung gleichbleibender und wechselnder Feuchtigkeit.

Der günstigste Bereich für das Schlüpfen der Eier liegt nach diesen Autoren bei Temperaturen zwischen 20 und 30 ° C mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 55—95 %. Bei gleichbleibender hoher Feuchtigkeit schlüpften die Larven in ihren Zuchten bei 17 ° C nach rund 20 Tagen, bei 22 ° nach frühestens 9,2 Tagen, bei 27 ° nach gut 6 Tagen und bei 33 ° C nach 5,5 Tagen. In der nächsten Stufe bei 37 ° C konnte sich nur noch eine einzige Larve aus dem Ei befreien, und zwar nach 4 Tagen. Die theoretisch minimale Entwicklungstemperatur errechneten Sweetman und Wedemeyer nach der Methode von Sanderson und Peairs (1913) mit Hilfe der Hyperbelreziproken auf etwa 10 ° C.

Eigene Untersuchungen bei konstanten Temperaturen und nahezu konstanten hohen Feuchtigkeiten zum größten Teil über Salzlösungen wurden in selbsttätig sich regelnden Wärmekammern durchgeführt. Die Kontrolle wurde 3- bis viermal täglich vorgenommen und nach einiger Erfahrung so eingerichtet, daß sie möglichst zu der Zeit stattfand, wo eine Veränderung zu erwarten war. Hieraus ist es vielleicht zu erklären, daß die Entwicklungsdauer, wie sie in Abb. 8 wiedergegeben ist, fast

überall etwas kürzer ist, als sie Sweetman und Wedemeyer angeben. Die Kurve, der die von mir gefundenen Daten mit zufrieden-

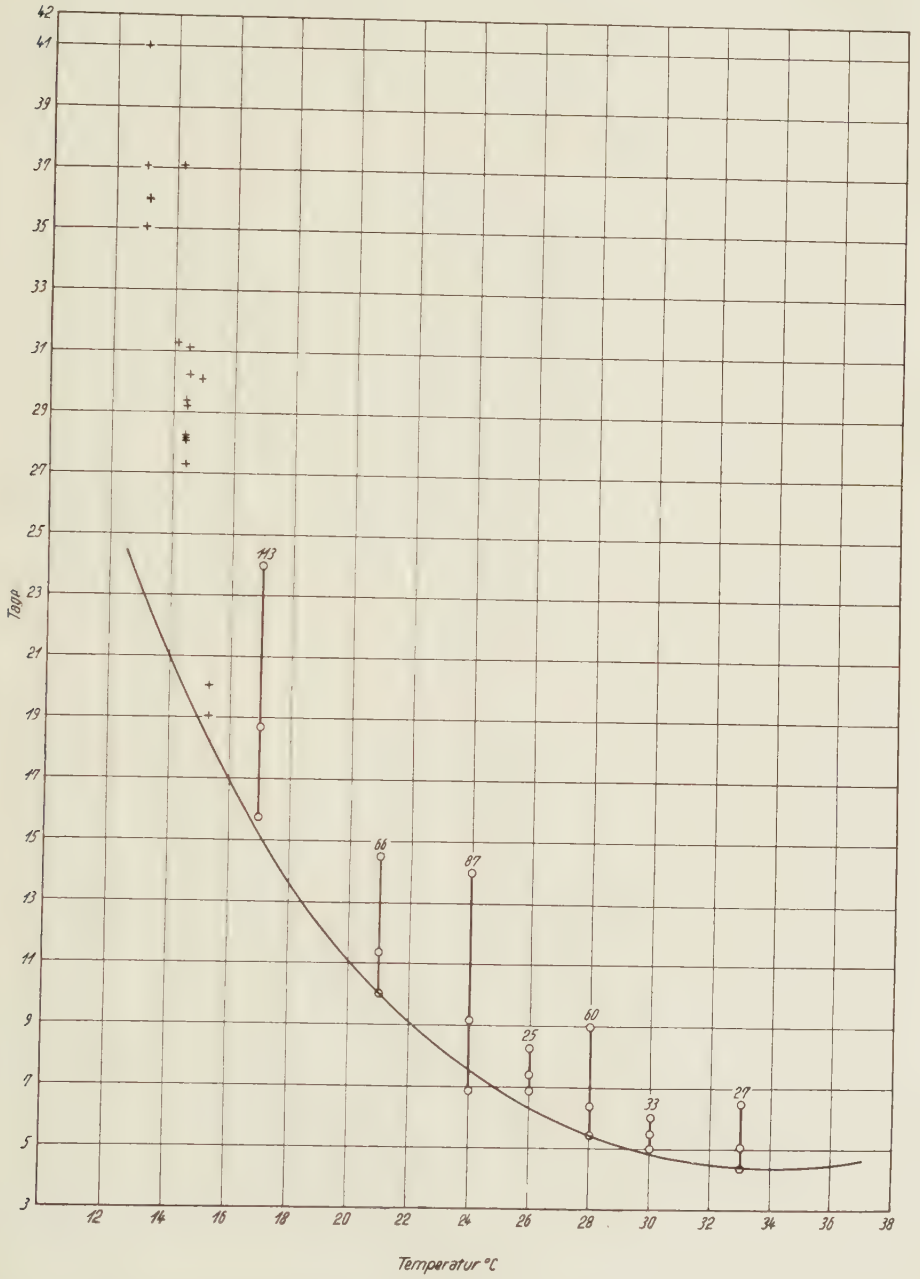


Abb. 8. Dauer der Embryonalentwicklung von *Ph. variabilis* bei hoher Feuchtigkeit. Die senkrechten Säulen entsprechen der Variationsbreite, die Zahlen darüber der Anzahl der Individuen, die Kreise auf den Säulen der mittleren Entwicklungsdauer. Die Kreuze beziehen sich auf Ergebnisse bei nicht konstanten Temperaturen

stellender Genauigkeit entsprechen, ist nach der Formel für die symmetrische Kettenlinie errechnet. In die Abbildung ist ferner die Streuungsbreite in den einzelnen Stufen durch eine Senkrechte eingetragen. Die Zahl der Individuen, die naturgemäß die Streuung beeinflußt, war nicht überall gleich und ist deshalb oberhalb der Senkrechten vermerkt. Die Kreise auf den Senkrechten entsprechen jeweils der errechneten mittleren Entwicklungsdauer.

B. Das Larvenstadium

Bei einer Reihe von Autoren fehlen Angaben über die Zahl der Larvenstadien von *Phytonomus variabilis*. Nach Titus (1909 b) sind „wenigstens" 4 Stadien vorhanden und nach Reeves und Mitarbeitern (1916) soll die Zahl der Stadien drei oder vier betragen, je nach der Jahreszeit, in der die Entwicklung durchlaufen wird[1]). List und Wakeland (1919) vermuten im allgemeinen drei Stadien und nehmen an, daß ein geringer Prozentsatz noch ein viertes Stadium durchläuft. Ich selber habe zu verschiedener Jahreszeit und bei den verschiedensten Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen Hunderte Larven in Einzelzuchten gehalten und nach jeder Häutung die abgestreifte Haut entfernt. Es ist mir dabei niemals ein Exemplar begegnet, das nur drei Stadien durchlaufen hat. Auch aus den auf S. 318 mitgeteilten Kopfmessungen und dem Wachstumsfaktor ergibt sich eindeutig, daß die Larven in jedem Falle 4 Stadien besitzen.

1. Das Schlüpfen der Junglarve

Nach Titus (1910 a) befreit sich die junge Larve aus der Eihülle dadurch, daß sie sich im Ei durch kräftige Muskelbewegungen so lange streckt oder hin und her dreht, bis die dünne Membran reißt.

Diese Bewegungen des Embryos sind tatsächlich unschwer festzustellen. Ich hatte aber wiederholt den Eindruck, daß sie von der Larve in dem Bestreben ausgeführt werden, für die Mundwerkzeuge eine Angriffsfläche an der Eihaut zu finden. In der normalen Lage berührt die Larve das Innere der Eihülle mit dem Hinterkopf oder höchstens mit der Stirn, und die Mundwerkzeuge sind von der Eihaut abgekehrt und liegen vor dem eingekrümmten Ende des Abdomens (siehe Abb. 3). Indem sie sich dehnt und wendet, versucht nun die Larve, ihren Kopf etwas seitlich neben das Abdominalende zu bringen und ihn dabei so weit zu drehen, daß die sich bewegenden Mandibeln an die Eihaut stoßen und hier eingeschlagen werden können. Häufig genug wird bei diesen Bemühungen die Eihaut schon zerreißen. Nicht selten, besonders wenn bei Mangel an Feuchtigkeit die Eihaut fest und hart ist, wird es der Larve nur dann gelingen, sich eine Öffnung herzustellen, wenn die

[1]) Vielleicht ist gelegentlich eine Verwechselung mit den ebenfalls an Luzerne lebenden Larven der beiden etwas kleineren Arten *Ph. nigrirostris* und *Ph. trilineatus* vorgekommen, die nur drei Larvenstadien besitzen.

Mundhaken die Eihaut durchdrungen haben. In diesem Fall genügt eine geringe Bewegung des Kopfes, und die Eihaut bekommt sofort einen Riß, durch den die Larve sich hindurchdrücken kann. Der eigentliche Schlüpfakt ist dann in wenigen Augenblicken vollzogen. Die Larve schiebt ihren Vorderkörper heraus, zieht mit einigen Bewegungen das Abdomen nach und ist von der Eihülle frei.

2. Lebensgewohnheiten und Fraßbild

Die frisch geschlüpften Larven zeigen sofort eine erstaunliche Aktivität. Sie sind positiv phototrop und kriechen in typischer Weise lebhaft umher auf der Suche nach Nahrung. Die Bewegungsart ist für alle Stadien dieselbe und erinnert an diejenige der ebenfalls fußlosen *Syrphiden*-Larven. Die vordere Körperhälfte wird von der Unterlage gelöst, weit vorgestreckt und dann an den Boden gedrückt, wo das Tier sich mit den Kiefern festhält. Jetzt wird die hintere Körperhälfte gelöst und durch Kontraktion der Muskeln nach vorne gezogen. Das eigentliche Festhalten geschieht mit Hilfe der beinartigen Hautwülste, die zum Teil, vor allem an den Thoraxsegmenten noch mit dornartigen Borsten besetzt sind. Sind die Larven längere Zeit gekrochen, ohne Futter zu erreichen, so werden auch besondere Orientierungsbewegungen eingeschaltet. Der losgelöste Vorderkörper wird dann nicht sofort wieder nach vorn gestreckt, sondern er führt pendelförmige Bewegungen aus, um das Gebiet seitlich und oberhalb abzutasten.

Da *Phytonomus* seine Eier normalerweise in die Stengel der grünen Luzernepflanzen legt, brauchen auch die Junglarven keine großen Wanderungen zu unternehmen, um zu ihrer Wirtspflanze oder ihrer Fraßstelle zu gelangen. Aber auch für Ausnahmefälle sind die Tiere gerüstet. Bei ausreichender Feuchtigkeit starben von 10 frisch geschlüpften Junglarven ohne Nahrung im Experiment die ersten am vierten Tage, während die letzte erst am achten Tage tot war. In trockenen Gläschen begann das Sterben dagegen schon am 2. Tage und die letzte Larve war am 5. Tage tot.

a) Erstes und zweites Stadium

Bei Besprechung der Lebensgewohnheiten und des Fraßbildes der Larven empfiehlt sich eine Zusammenfassung der beiden ersten Stadien, da die Larven III und IV vielfach andere Gewohnheiten zeigen und sich untereinander wieder mehr gleichen.

Unter normalen Freilandverhältnissen wird die Embryonalentwicklung durchlaufen, während sich die Eier in einer Höhlung des saftigen Pflanzenstengels befinden. Da die Verbindung mit der Außenwelt nur in einem engen Gang besteht, der in der Regel noch durch ein Ei oder durch einen vom Käfer hergestellten Kotpfropf abgeschlossen ist, liegen die Eier in einer Atmosphäre hoher Feuchtigkeit. In dieser Höhlung sind sie nicht nur gegen Austrocknen, sondern auch gegen mechanische Verletzungen weitgehend geschützt. Den Junglarven erwächst aber die

Aufgabe, sich aus ihrer Höhlung einen Ausweg zu suchen, um auf ihren eigentlichen Fraßplatz zu gelangen. Innerhalb der Eigrube oder des hohlen Stengels verbleiben zunächst die Larven für kurze Zeit, nach Essig und Michelbacher (1933) bisweilen 3—4 Tage, nach Titus (1910 a) gelegentlich auch bis nach der ersten Häutung. Hier beginnen sie auch schon mit der Ernährung. Ist aber der Ausgang frei, so setzt alsbald die Abwanderung zu den Blattknospen der Achseltriebe oder der Triebspitzen ein. Da schon die Gelege vornehmlich in die oberen Pflanzenteile abgelegt werden, haben die jungen Tiere nur einen relativ kurzen Weg zurückzulegen, und da sie bei ihrer Wanderung lichtstrebig sind, finden sie auch leicht die Blatt- und Blütenknospen, die sie suchen. Die stark blattartig verbreiterte, stengelumfassende Basis der Blattstiele, in denen junge, kurze Achseltriebe oder, an der Spitze, die noch nicht entfalteten Spreiten der jungen Blätter ruhen, bereitet den kleinen Larven einen willkommenen Aufenthalt. Hier finden sie die gewünschte Nahrung und wiederum eine Atmosphäre erhöhter Feuchtigkeit und schließlich Schutz gegen Feinde und Störungen aller Art. Der relativ große Raum, der von der Blattbasis gebildet wird, ist an der Spitze stark belegter Triebe manchmal eine richtige „Kinderstube" für die kleinen Larven. Sie sitzen hier so geschützt und versteckt, daß sie selbst bei scharfem Abstreifen der Pflanzen mit dem Fangnetz nur sehr selten erfaßt werden.

Wenn auch der Nahrungsbedarf der Junglarven verhältnismäßig nur gering ist, so tritt doch ein merklicher Schaden dadurch auf, daß er an den nicht entfalteten Blättern und vor allem an den Vegetationspunkten der Achseltriebe gedeckt wird. Dieser Sekundärtrieb, der seines Vegetationspunktes beraubt ist, und der bisweilen auch vollkommen vernichtet wird, fehlt der Pflanze zu einem bestimmten Zeitpunkt. Sein Ausfall verzögert die Entwicklung und verringert natürlich den Ertrag beim Schnitt oder bei einer eventuellen Samenernte, trotzdem er als eigentlicher Verlust oder als sichtbares Schadbild äußerlich kaum in Erscheinung tritt. Relativ harmlos ist dagegen der Schaden, den die Junglarven innerhalb der Knospen an den noch nicht entfalteten Blättern verursachen. Zwischen zwei Einzelblättchen eingeklemmt oder auch innerhalb des zusammengelegten Blättchens sitzen sie und benagen die Epidermis oder fressen mehr oder weniger große, meist längliche Löcher in der Nähe der Mittelrippe, gelegentlich auch vom Rande her. Diese Löcher inmitten der Blattspreiten an den Triebspitzen, die sich beim Wachstum der Blätter noch vergrößern, sind später oft ein typisches Merkmal zur Erkennung des Schadbildes. Diese Einbuße könnte die Pflanze ertragen und ausgleichen, wenn sich der Nahrungsbedarf mit dem Wachstum der Larven nicht steigerte und die Vegetationspunkte selbst verschont blieben.

Lebensweise, Aufenthaltsort und Fraßbild der Larve II sind im wesentlichen so wie bei der Junglarve, nur daß das Tier sich in diesem Stadium auch schon an härtere Pflanzenteile heranwagt. Auch die be-

nötigte Nahrungsmenge ist selbstverständlich etwas gestiegen. Praktisch wichtig ist jedoch, daß auch das 2. Larvenstadium noch nicht frei an den Blättern frißt, sondern unsichtbar und im Verborgenen. Nur gelegentlich findet man die Tiere zwischen den noch gefalteten Spreiten etwas größerer Blätter und hier werden entweder kleine Fenster gefressen oder die Blattmasse wird nur abgeplätzt, so daß die untere Epidermis stellenweise erhalten bleibt. Von den Zweitlarven geraten bisweilen einige beim Abstreifen der Pflanzen ins Netz. Die überwiegende Mehrzahl wird jedoch auf diese Weise nicht erfaßt.

Es erhebt sich die Frage, warum die Larven im 1. und 2. Stadium sich so streng an die Blatt- und Blütenknospen und die kurzen Achseltriebe halten, während sie als 3. und 4. Stadien frei an den oberen Pflanzenteilen bzw. Blättern leben? Webster (1912) vermutet, daß sie diese Stellen teilweise des Schutzes wegen aufsuchen und weil sie hier meistens saftigere Pflanzengewebe als Nahrung finden. Sweetman (1929) meint ebenfalls, daß sie sich hier verbergen, um Schutz besonders gegen Regen und Wind zu finden. Sehr wahrscheinlich werden eine ganze Reihe von Faktoren zusammenwirken. Es ist zunächst daran zu erinnern, daß die Larven fußlos sind und sich an den Stengeln, Blattstielen und Blattspreiten besonders beim Fressen um so schlechter halten können, je kleiner sie sind. Außerdem scheinen die Larven gegen Trockenheit um so empfindlicher zu sein, je jünger sie sind. In den Knospen und Blattachseln sind sie aber vor dem Herabfallen geschützt und auch in einer feuchteren Umgebung. Der Schutz vor der direkten Einwirkung des Regens und zu hoher oder zu tiefer Temperatur kommt hinzu. Nicht zuletzt aber scheint mir der Trieb nach weicher und saftreicher Nahrung den Aufenthaltsort der jugendlichen Larve entscheidend zu beeinflussen. Es ist zwar nicht so, daß die Junglarven zugrunde gehen, wenn man sie zwingt, sich mit älteren und härteren Blättern als Nahrung abzufinden. Es besteht aber kein Zweifel, daß die jüngeren Stadien, wenn sie die Auswahl haben, die jüngsten Blätter vorziehen, und daß sie an älteren Blättern die Blatthäute und Blattrippen weit mehr meiden als es die Larven im 3. und 4. Stadium tun.

Ich habe versucht, den Einfluß der Nahrung auf die Entwicklungsgeschwindigkeit und Sterblichkeit der Junglarven zu prüfen, indem ich frisch geschlüpften Tieren bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit entweder helle, noch gefaltete, junge Blätter oder dunkle, entfaltete, ältere Blätter als Nahrung anbot. Sobald die Tiere ein gefaltetes Blatt gefunden hatten, blieben sie in der Regel dort und begannen alsbald mit der Nahrungsaufnahme. Ältere Blätter wurden dagegen häufig wieder verlassen und erst nach vergeblichem Wandern und Suchen erneut angenommen. Bei Fütterung mit gefalteten Blättern wurde die erste Häutung bei einer durchschnittlichen Temperatur (im Laboratorium) von 19 bis 20 ° C im Mittel (bei 15 Larven) nach gut 4 Tagen vorgenommen. Die Sterblichkeit bei dieser Versuchsanlage war 0 %. Bei Fütterung mit entfalteten, älteren Blättern häuteten sich die Larven bei der gleichen

durchschnittlichen Temperatur im Mittel (bei 10 Larven) nach gut 8 Tagen zum erstenmal. Die ältere und härtere Nahrung hat also eine ganz wesentliche Verzögerung der Entwicklung zur Folge gehabt. Noch wichtiger ist, daß die Sterblichkeit in dieser Serie 50 % betrug.

Bei anderen Serien wurde den Larven unter sonst gleichen Bedingungen kein ganzes, sondern nur 1/3 Blatt, d. h. ein Einzelblättchen angeboten, da bei Verwendung eines entfalteten Blattes die einzelnen Blättchen sich gelegentlich übereinanderschoben und dieser Zwischenraum wieder besondere Verhältnisse darbot. Eine wesentliche Änderung wurde dadurch allerdings nicht erzielt, so daß sich die Mitteilung der Daten erübrigt. Aus den Versuchen im ganzen möchte ich schließen, daß mit Hilfe der Lichtstrebigkeit die jungen Larven in erster Linie nach kleinen Schutzräumen suchen, die einen möglichst hohen Feuchtigkeitsgehalt der Luft sichern und ihnen zugleich die zartesten Pflanzenteile zugänglich machen. In den oberen Blattachseln und Triebspitzen finden sie diese Bedingungen in idealer Weise erfüllt.

b) Drittes und viertes Stadium

Die Larven von *Phytonomus variabilis* leben im 3. und 4. Stadium während der größten Zeit ihres Daseins frei an den Pflanzen und unterscheiden sich dadurch ganz wesentlich von den Larven I und II. Beim Abfangen der Luzerne mit dem Netz erbeutet man daher auch fast ausschließlich diese beiden Stadien (siehe S. 324). Die wichtigste Nahrung der Tiere sind die Blätter, und es ist erstaunlich, mit welcher Sicherheit die fußlosen Tiere sich am Blattrande eingerollt festhalten und dabei fressen. Selbst nach einem starken Schütteln der Pflanzen bleibt immer noch ein erheblicher Teil an den Blättern und Stengeln sitzen, und man kann daraus schließen, daß Wind und Regen sie auch kaum stark bei ihrer Fraßtätigkeit beeinflussen werden. Wenn die Larven sich von den Pflanzen fallen lassen oder anderweitig gestört und beunruhigt werden, so rollen sie sich auf und nehmen damit eine Ruhestellung ein, die besonders durch die Erdraupen gut bekannt ist. In dieser Lage können sie längere Zeit verweilen, bis sie sich plötzlich strecken und an der nächsten Pflanze wieder emporkriechen. Die älteren Stadien sind noch ausgesprochener lichtstrebig als die jüngeren. Sie beginnen mit ihrem Schadfraß deshalb auch immer an den höchsten Teilen der Pflanze. Parks (1913)

Abb. 9. Fraßbild älterer Larven von *Ph. variabilis* an Luzerne

hat beobachtet, daß sich im Staate Idaho die meisten auch der älteren Larven in den Triebspitzen verborgen halten und in der Mehrzahl abends und nachts gemeinsam mit den Käfern frei an der Pflanze fressen. Nach meinen eigenen Beobachtungen ist zwar immer ein Teil auch der größeren Larven zwischen den Knospen und in den Blattscheiden anzutreffen, die Mehrzahl von ihnen aber saß auch tagsüber frei an der Pflanze. Es ist möglich, daß die Larven sich in dieser Beziehung je nach Sonnenwärme und Feuchtigkeitsgehalt der Luft verschieden verhalten.

Das Fraßbild der älteren Larven von *Ph. variabilis* ist recht typisch und anders als das des Käfers. Die Larven befressen das Blatt in der

Abb. 10. Fraßbild der Käfer, links von *Sitona lineata* (an Klee), rechts von *Ph. variabilis* (an Luzerne)

Regel nicht vom Rande her, wie es der Käfer tut, sondern mitten in der Fläche, und sie lassen dabei zunächst nur die Hauptader und einige Nebenadern stehen (Abb. 9). Dadurch entstehen mehr oder weniger breite, oft parallelrandige Löcher oder Lochstreifen, die gelegentlich auch bis zum Blattrand reichen. Nur wenn eine Übervölkerung eintritt, werden nach und nach auch die Adern und Rippen mitgefressen und schließlich selbst die Stiele und Stengel nicht verschont. Erst wenn der Bestand oben ausgelichtet ist, wandern die Larven auch in tiefere Regionen und setzen hier ihr Zerstörungswerk fort. Wie aus den Abb. 9 und 10 zu erkennen ist, kann man das Fraßbild der *Phytonomus*-Larven sehr leicht von dem Fraßbild der *Sitona*-Käfer unterscheiden.

3. Die Häutungen

Über die Häutungen der Larven von *Ph. variabilis* ist nicht viel Bemerkenswertes zu berichten. Der Vorgang vollzieht sich in etwa 4 bis 5 Minuten und unterbricht auch die Fraßtätigkeit nur für ganz geringe Zeit. Die Kopfkapsel wird an der wie ein y gestalteten Naht im Scheitelpunkt gesprengt (T i t u s [1910 b]). Die Larve drückt dann ihren Kopf heraus, reißt dabei die alte Haut nach rückwärts ein kurzes Stück auf und schiebt ihren Körper mit Hilfe peristaltischer, von hinten nach vorn verlaufender Bewegungen durch die entstandene Öffnung, während die alte Kopfkapsel auf die Bauchseite gedrückt wird. Der Kopf ist zunächst gelblich bis lindgrün, nur die Augen sind schwarz. Die Kopfkapsel wird erst nach etwa einer Stunde zunehmend fester und damit dunkler. Die abgestreifte Exhuvie trocknet schnell ein und kann häufig in den Blattachseln oder wohl auch an einem Blatt festgeklebt gefunden werden. In den Zuchten, wo es gilt, jede Häutung genau festzustellen, ist das Aufsuchen der alten Larvenhaut besonders bei den ersten beiden Stadien oft recht schwierig und zeitraubend. Larven, die bei der Häutung stecken bleiben, sind auffallend selten.

4. Entwicklungsdauer

Die Angaben über die Dauer der Larvenentwicklung schwanken bei den verschiedenen Autoren verständlicherweise recht beträchtlich und bewegen sich zwischen drei und sechs Wochen. Eine tabellarische Zusammenstellung dieser Daten befindet sich in der ausführlichen Arbeit von E s s i g und M i c h e l b a c h e r (1933).

Sorgfältige und umfangreiche experimentelle Untersuchungen über die Abhängigkeit der Larvenentwicklung von Temperatur und Feuchtigkeit haben wiederum S w e e t m a n und W e d e m e y e r (1933) durchgeführt. Sie arbeiteten sowohl mit konstanter als auch mit wechselnder Temperatur und Feuchtigkeit, und zwar in 6 Stufen von 17—42 ° C und mit relativen Feuchtigkeiten von 30—95 %. Die günstigste Region fanden sie zwischen 20 und 30 ° C bei einer relativen Feuchtigkeit von 95—30 %. Höhere Temperaturen wurden im allgemeinen um so besser ertragen, je höher die Feuchtigkeit war, und ein Wechsel zwischen mittleren und hohen Temperaturen ergab günstigere Ergebnisse als der dauernde Aufenthalt bei konstanter hoher Temperatur. Bei ungefähr 34 ° C gelang es keiner Larve mehr, das Volltierstadium zu erreichen. Die Verfasser haben die einzelnen Stadien nicht getrennt ausgewertet, und es fehlen deshalb auch Angaben darüber, zu welcher Zeit die Larven am empfindlichsten auf Veränderungen der Temperatur und Feuchtigkeit reagieren und welche Stadien die größte Sterblichkeit aufzuweisen haben. Aus ihren Ergebnissen, die sie sowohl als Kurven wie auch in Form eines Mortalitätsdiagrammes darstellen, geht hervor, daß bei der niedrigsten geprüften Temperatur von 17 ° C und bei 50 % relativer Luftfeuchtigkeit die Fraßzeit der Larve insgesamt 28,6 Tage dauert. Bei 22 ° C dauerte die Gesamtentwicklung vom Schlüpfen der Larve

bis zum Freiwerden des Volltieres im günstigsten Fall bei 90 % relativer Feuchtigkeit 21,7 Tage, bei 27 ° C und 79 % relativer Feuchtigkeit 17,1 Tage und bei 32 ° C und 32 bzw. 88 % relativer Feuchtigkeit 11,9 (15,4) bzw. 12,8 Tage.

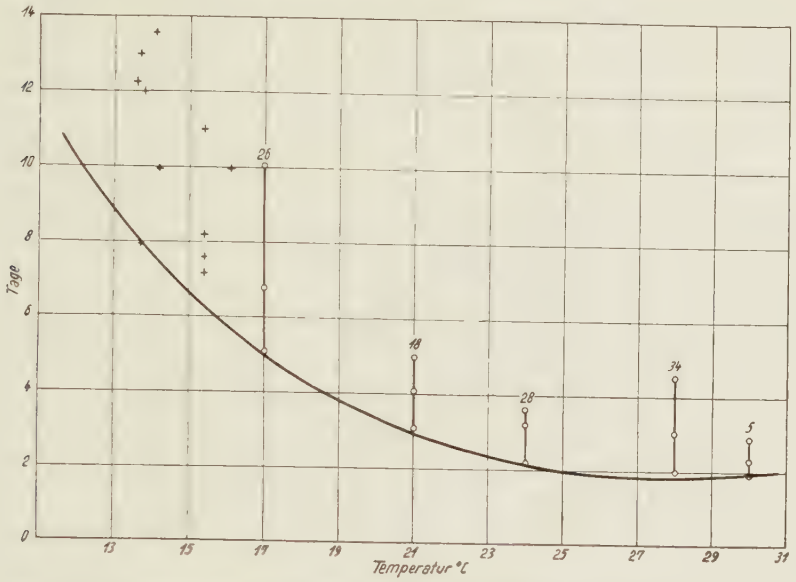


Abb. 11. Entwicklungsdauer der Junglarve von *Ph. variabilis* (nähere Erklärung siehe Abb. 8)

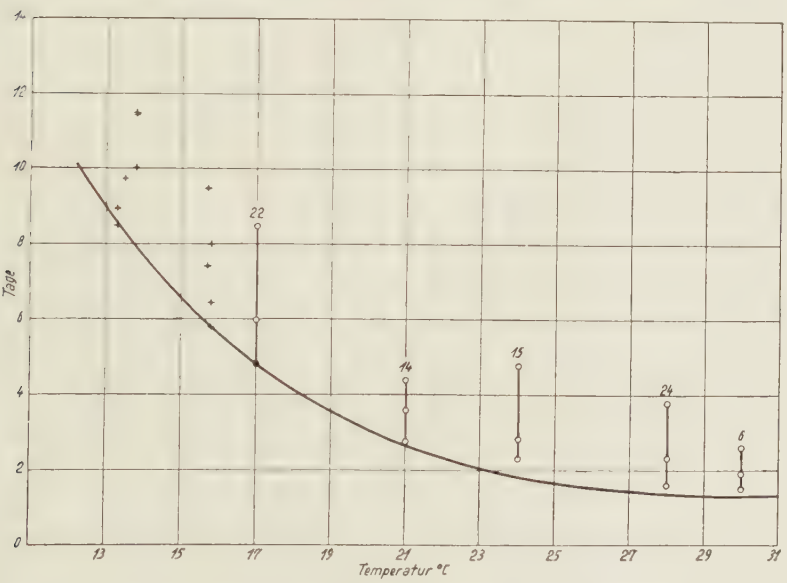


Abb. 12. Entwicklungsdauer der Larve II von *Ph. variabilis* (nähere Erklärung siehe Abb. 8)

Um die Reaktionsweise der einzelnen Stadien kennen zu lernen, habe ich in Einzelzuchten jede Häutung bei 3—4maliger Kontrolle am

Tage möglichst genau festzustellen versucht. Eine gewisse Störung der Larven ließ sich dabei natürlich nicht vermeiden. Ich möchte jedoch

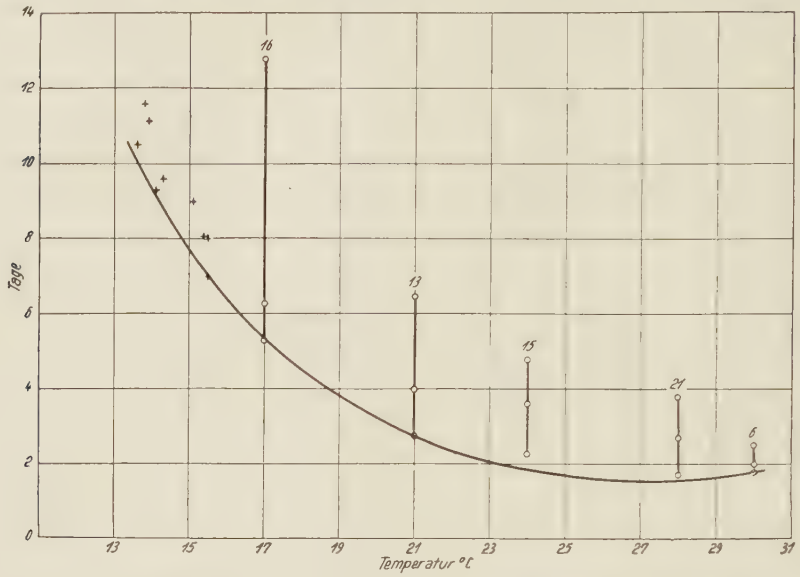


Abb. 13. Entwicklungsdauer der Larve III von *Ph. variabilis* (nähere Erklärung siehe Abb. 8)

annehmen, daß sie das Gesamtergebnis nicht wesentlich beeinflußt hat. Die Ergebnisse sind in den Abb. 11 bis 14 dargestellt. Die Kurven ent-

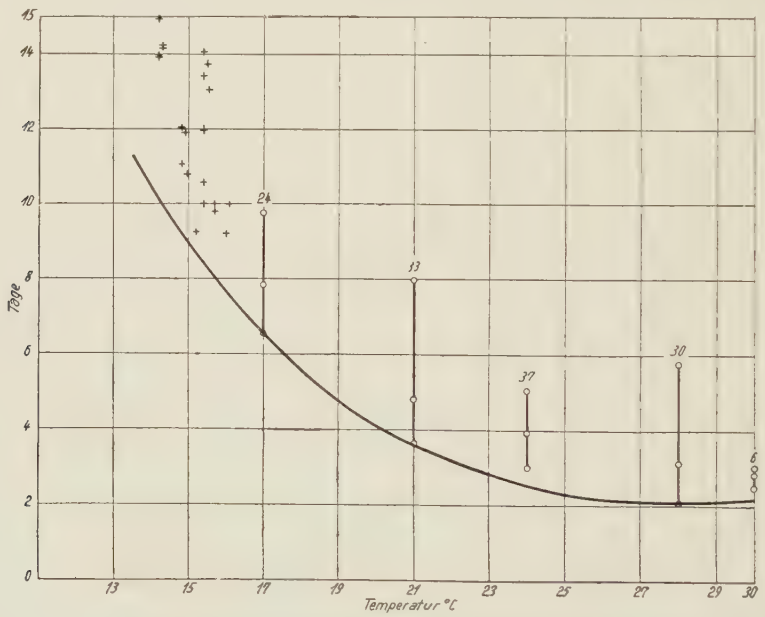


Abb. 14. Entwicklungsdauer der Altlarve (IV) von *Ph. variabilis* (nähere Erklärung siehe Abb. 8)

sprechen wiederum einer symmetrischen Kettenlinie (siehe S. 321), die Senkrechten der Streuungsbreite und die Kreise auf den Senkrechten der errechneten mittleren Entwicklungsdauer.

5. Das Gespinst und seine Herstellung

Wenn die Larve des Luzerneblattnagers ihre Reife erlangt hat, verläßt sie ihren Fraßplatz, um ein Gespinst anzufertigen, in dem sie sich verpuppt. Der Kokon ist rundlich bis stumpf oval und etwa 0,5 bis 0,6, gelegentlich auch 0,8 cm lang (siehe Abb. 15). Die größte Breite beträgt 0,4—0,5 cm. Er ist unregelmäßig grobmaschig, so daß man die Larve und später auch die Puppe im Innern liegen sehen kann. Die einzelnen Fäden sind zwar zunächst dünn, doch werden sie beim Spinnen zu gröberen Strängen zusammengefaßt dadurch, daß die Larve immer wieder die Fäden des zuerst hergestellten „Gewebes" neu verstärkt. Der Kokon hat eine weißlichgraue, bisweilen leicht gelbliche Färbung. Er ist trotz seiner lockeren Struktur und einer gewissen Sprödigkeit sehr zug- und druckfest. Die Dicke der einzelnen Stränge und die Maschenweite ist aus Abb. 16 zu ersehen. Das Spinnsekret wird von der Afteröffnung entnommen und vermutlich von den Malpighischen Gefäßen geliefert.

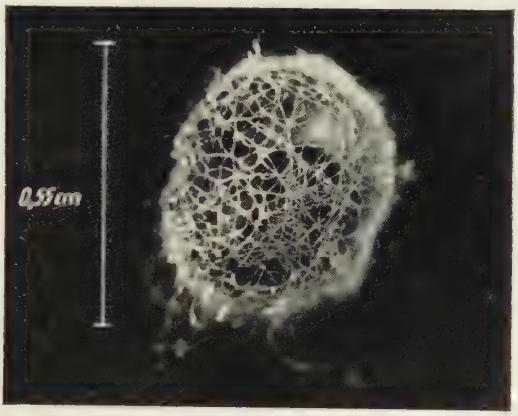


Abb. 15. Puppenkokon von *Ph. variabilis*

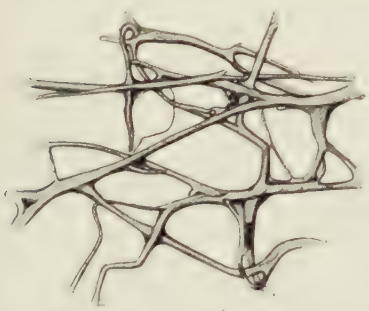


Abb. 16. Ausschnitt aus einem Puppenkokon von *Ph. variabilis* (stark vergrößert)

Die Kokons befinden sich in der Nähe der Erdoberfläche an der Basis der Pflanzen. Mit Vorliebe wird nicht nur eine Anheftungsstelle gewählt, sondern trockene oder grüne Stengel oder Blättchen von Gräsern, Unkräutern und der Luzerne mit versponnen. Dadurch ist oft ein gut Teil des Gespinstes verborgen, und es ist deshalb selbst bei stärkerem Befall zeitraubend, eine größere Anzahl von ihnen einzutragen. Unmittelbar auf der Erdoberfläche sind nur sehr selten Gespinste zu finden. Die weit überwiegende Mehrzahl befindet sich 1—10 cm hoch über dem Boden. Deshalb gelangen bei der Mahd der Luzerne auch nur verhältnismäßig wenig Gespinste mit in das Heu.

C. Die Vorpuppe

Bald nachdem die erwachsene Larve das Gespinst hergestellt hat, hören die lebhaften Bewegungen auf. War der Kokon fertig und wurde er zerstört, so ist die Larve nicht imstande, ihre Spinntätigkeit nochmals wieder aufzunehmen. Die Verwandlung geht dann ihren Lauf. Das Tier verfärbt und verändert sich in der schon auf S. 319 beschriebenen Weise und wird zur fast unbeweglichen Vorpuppe. Nur bei Berührungsreiz wird noch der Hinterleib bewegt. Die Lage im Gespinst ist nicht einheitlich; oft liegt die Vorpuppe auf der Seite, meistens mit dem Rücken nach unten.

Auch für das Vorpuppenstadium läßt sich die Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von der Temperatur nachweisen. Nach Titus (1910 a) dauert dieses Stadium 36—72 Stunden. In Versuchen von

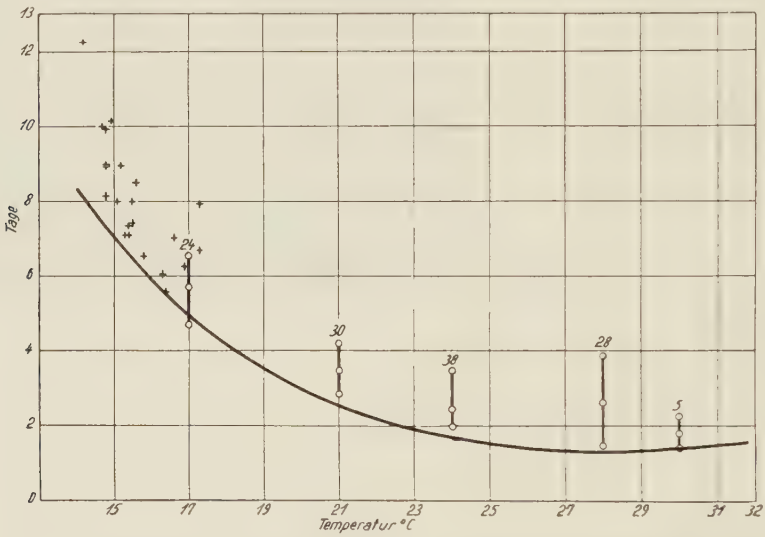


Abb. 17. Entwicklungsdauer der Präpuppe von *Ph. variabilis* (nähere Erklärung siehe Abb. 8)

Sweetman und Wedemeyer (1933) vergingen von dem Beginn der Spinntätigkeit bis zur Verpuppung bei 17 ° C 5,2 Tage; bei 22 ° C im günstigsten Fall 2 Tage; bei 27 ° C 1,2 Tage; bei 32 ° C 1 Tag, während bei 37 ° C wieder mit 1,5 Tagen eine Verzögerung eintrat. Diese Tiere konnten ihre Verwandlung zum Volltier nicht vollenden.

Eigene Untersuchungen, die sich wiederum auf hohe Feuchtigkeiten beziehen, ergaben die in Abb. 17 kurvenmäßig dargestellten Werte. Auch diesmal ist wiederum eine Kurve für die minimalen Werte gezeichnet und außerdem die Streuungsbreite und die mittlere Entwicklungsdauer berücksichtigt (siehe S. 322).

D. Das Puppenstadium

Über die farbliche und gestaltliche Veränderung der Vorpuppe im Laufe ihrer Entwicklung ist auf Seite 319 das Wesentliche schon gesagt

worden. Die Verwandlung zur Puppe kündigt sich durch ein Anschwellen und „Glasigwerden" der Brustsegmente an, während der Hinterleib, besonders zum Ende hin, zusehends mißfarbiger wird. Schließlich platzt durch Innendruck die alte Larvenhaut in der Nackenregion. Der Riß erweitert sich mit der Entfaltung der Puppenorgane und durch kräftige Bewegungen des Puppenkörpers und mit Hilfe des Druckes der Körpersäfte wird schließlich die Larvenhaut ganz abgestreift und zur Seite geschoben. Hier trocknet sie innerhalb des Gespinstes ein und schrumpft derart zusammen, daß nur noch die Kopfkapsel gut zu erkennen ist. Die Puppe ruht vermittels ihrer langen Borsten in der schon auf Seite 319 angegebenen Weise in dem Gespinst und ist, wie die Larve, durch die Maschen hindurch unschwer zu erkennen. Entfernt man die Vorpuppe aus dem Gespinst, so geht auch freiliegend die Verwandlung vonstatten und kann dann leicht beobachtet werden. Auf Berührungsreize antwortet die Puppe mit sehr lebhaften Bewegungen des Abdomens.

Die Literaturangaben über die Dauer des Puppenstadiums sind bei Essig und Michelbacher (1933) zusammengestellt und bewegen

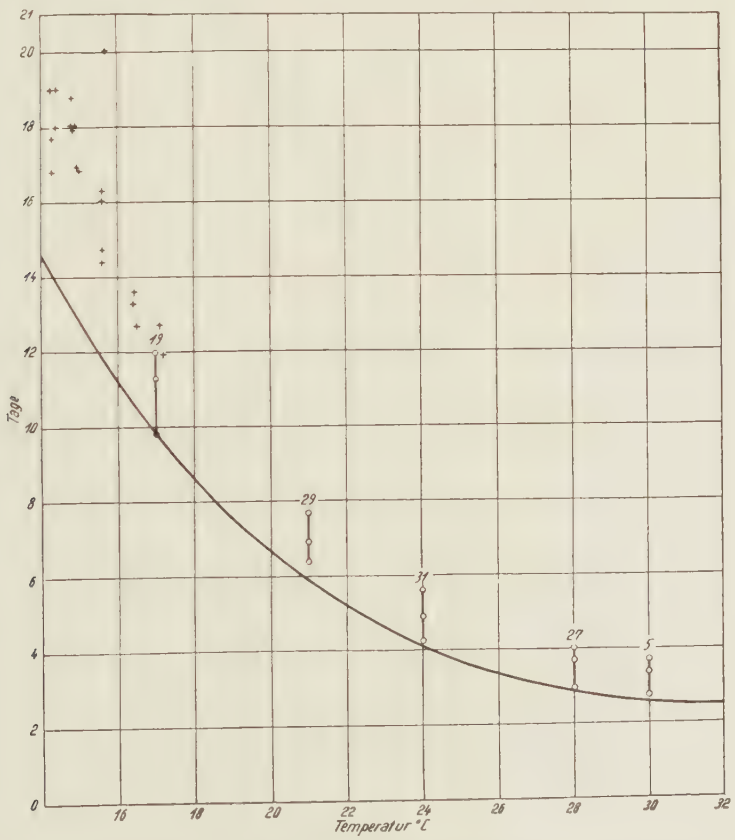


Abb. 18. Entwicklungsdauer der Puppe von *Ph. variabilis* (nähere Erklärung siehe Abb. 8)

sich zwischen 6 und 14 Tagen. Nur List und Wakeland (1919) geben eine längere Zeit an. Nach diesen Autoren soll die mittlere Dauer des Puppenstadiums 15,82 Tage betragen.

Die in eigenen Temperaturversuchen gefundenen Daten sind in der gleichen Form wie die übrigen Kurven der Entwicklungsdauer in Abb. 18 dargestellt.

E. Das Leben des Käfers

1. Die Verwandlung

Die Umwandlung der Puppe zum Käfer scheint im Leben von *Phytonomus* ein verhältnismäßig kritischer Abschnitt zu sein, denn in den Zuchten ist die Sterblichkeit der Puppen relativ groß, und ein gut Teil kann sich offenbar unmittelbar vor der Reife nicht von der Puppenhaut befreien. Im Freilande habe ich diese Beobachtung allerdings noch nicht bestätigen können, und es ist deshalb möglich, daß dafür in der Zucht unnatürliche Faktoren verantwortlich waren.

Die eigentliche Umwandlung zum Volltier beginnt damit, daß die Extremitäten sich vom Körper abheben und die ersten Eigenbewegungen zeigen. Dabei reißt die dünne Puppenhaut in der Nackenregion und durch Bewegungen des Hinterleibs und später auch der Extremitäten wird die Haut nach hinten geschoben. Gleichzeitig befreien sich die Beine, und die bei der Puppe in der Hauptsache ventral gelegenen Flügel vergrößern und strecken sich und werden in die zukünftige Rückenlage gebracht. Der ganze Vorgang dauert nur kurze Zeit, und alle Bewegungen und Veränderungen gehen fast „fließend" ineinander über.

2. Erhärtung, Ausfärbung und Befreiung

Wie der Kopf der frisch gehäuteten Larve und die eben entstandene Puppe, so ist auch der Jungkäfer im Gegensatz zur dunklen älteren Puppe zunächst ganz hell weißgelblich und dabei weich und zarthäutig. Sehr bald setzt dann aber die Verfärbung und gleichzeitig auch die Erhärtung ein. Der Käfer wird zunächst schmutzig hellrotbraun und nimmt erst später mehr braune und graubraune Töne an. Die schwarzbraunen Striche und Flecke erreichen ihre volle Farbintensität am spätesten. Der wesentlichste Teil der Erhärtung und vor allem der Ausfärbung des Jungkäfers geht innerhalb des Gespinstes vor sich, und je nach der Temperatur verbleiben sie darin ein oder auch mehrere Tage, obgleich sie schon vorher gut bewegungsfähig sind. In der Zucht kommt es sogar nicht selten vor, daß Käfer, die ihr Gespinst schon verlassen hatten, dieses nochmals wieder aufsuchen und darin noch längere Zeit verweilen. Die freiwerdenden Jungkäfer sind zunächst heller als die Alttiere. Das liegt aber in der Hauptsache daran, daß die hellen Haare und Schuppen noch alle vorhanden sind und die dunkle Grundfarbe des Körpers noch nicht den Farbton beeinflussen kann. Mit der Ausfärbung ist die Aushärtung noch nicht abgeschlossen. Lange Zeit sind deshalb

die Jungkäfer daran zu erkennen, daß man ihre Flügeldecken relativ leicht eindrücken oder mit der Nadel durchbohren kann, während die Altkäfer außerordentlich hart sind und bei dem Versuch, sie zu nadeln, leicht „davonspringen".

Ein eigenartiges Verhalten der Käfer kann man bei der Befreiung aus dem Gespinst beobachten. Viele Tiere durchbeißen nur so viel Stränge, bis ein Loch oder ein Spalt entstanden ist, der groß genug ist, um sich hindurchzuzwängen. Andere beißen ein Loch in den Kokon, indem sie nach und nach kleine Stücke herausschneiden, die dann in der Nähe des Kokons auf dem Boden liegen. Bisweilen fehlen auch Teile, sie sind dann von dem Käfer gefressen worden. Gar nicht selten kommt es aber vor, daß die Tiere sich nicht mit dieser Öffnung, die ihnen den Weg in die Freiheit bahnt, begnügen, sondern daß sie weiternagen und dabei das Gespinst auffressen. Die Tiere sitzen dann gelegentlich im halben Kokon und ruhen sich dort aus, ohne den Platz zu verlassen. Schließlich fressen sie weiter, bis $^2/_3$ des Gespinstes oder auch praktisch der ganze Kokon aufgefressen ist und dann erst laufen sie davon. Bei meinen Zuchten hatte ich den Eindruck, daß um so häufiger und um so mehr vom Gespinst gefressen wurde, je tiefer die Temperaturen waren.

3. Sinnestätigkeit

Die Sinnestätigkeit von *Phytonomus variabilis* ist im einzelnen noch verhältnismäßig wenig untersucht worden.

Parks (1913) erwähnt, daß nicht nur die Larven, sondern auch die Käfer in der Hauptsache abends und nachts fressen und sich am Tage verborgen halten. Es bleibt dabei zu entscheiden, ob sie das helle Tageslicht oder die Sonnenwärme meiden. Nach meinen Beobachtungen sind die Jungkäfer zunächst lichtstrebig, und zwar so lange, wie der Reifungsfraß im Sommer oder Herbst dauert. Ist dieser beendet, so suchen die Tiere, wenn sie an der Abwanderung verhindert werden, die dunkelsten Ecken und Winkel im Zuchtgefäß auf und verkriechen sich besonders gern unter dem Papier. Hier sitzen sie dann dicht beieinander in völliger Ruhe, ganz gleich, ob Futter in der Nähe vorhanden ist oder nicht. Ist die Temperatur zur Winterruhe nicht niedrig genug, so gehen sie nur notgedrungen noch an die Futterpflanzen und damit an das Licht. Lichtscheu sind zunächst auch die Käfer, die man im Herbst oder Winter aus dem Freilande oder dem künstlichen Winterquartier ins warme Zimmer bringt. Erst allmählich werden sie „wach" und streben dann dem Licht und auch dem Futter zu.

Während der Fraß- und Fortpflanzungszeit führen die Tiere ein ziemlich verborgenes Leben, das sich vornehmlich am Grunde der Pflanzen und auf dem Erdboden abspielt. Hier kommt den Käfern auch die vorzügliche Schutzfarbe außerordentlich zustatten. Allerdings begeben sie sich zur Eiablage und auch zum Fressen an die oberen Teile der Triebe und gern auch an die jungen Blattknospen. Sie halten sich hier aber immer nur vorübergehend auf und sind dort keinesfalls so

regelmäßig anzutreffen wie die Altlarven. Das liegt einmal daran, daß ihr Nahrungsbedürfnis nicht so groß ist, zum andern auch daran, daß sie nicht so wählerisch sind wie die Larven, und sich auch mit härteren und älteren Pflanzenteilen begnügen und gerne die Epidermis der Stengel benagen. Aber noch ein Weiteres kommt hinzu. Wie die meisten Rüsselkäfer, so läßt sich auch *Phytonomus variabilis* bei Beunruhigung und plötzlicher Erschütterung der Pflanzen auf den Boden fallen. Hier bleiben die Tiere oft viele Minuten mit angezogenen Beinen scheintot liegen, um dann oft ganz plötzlich und rasch davonzulaufen und ein Versteck aufzusuchen oder um an irgendeiner Stelle frei sichtbar regungslos sitzen zu bleiben. Die verborgene Lebensweise, der vielfache Aufenthaltswechsel und das Sichfallenlassen bedingen auch, daß die Zahl der Käfer, die man mit dem Fangnetz erbeutet, selbst während der Haupteiablagezeit verhältnismäßig gering ist.

4. Die Ernährung

Sobald der Jungkäfer sich aus dem Gespinst befreit hat, beginnt er mit der Ernährung. Gelegentlich wird, wie auf S. 335 erörtert wurde, sogar der Kokon selber teilweise oder fast ganz verzehrt. Die Frage, ob die Tiere ihren Reifungsfraß auf dem Felde durchmachen, wo sie ihre Entwicklung durchlaufen haben, oder ob sie in größerer Zahl auch neue Felder aufsuchen und hier ihren Fraß bis zum Einsetzen der Winterruhe vollenden, ist noch nicht ganz geklärt und soll bei Besprechung des Massenwechsels noch besonders angeschnitten werden. Jedenfalls machen die Jungkäfer eine ausgiebige Fraßperiode durch, ehe sie sich ins Winterquartier begeben. Der Beginn und damit die Dauer dieser „Winterruhe" ist je nach dem örtlichen Klima, darüber hinaus auch offenbar individuell recht verschieden. Sie kann in bestimmten Gebieten, wie z. B. in Teilen des Staates Kalifornien für einen Teil der Individuen nach Sweetman und Wedemeyer (1933) auch ganz ausfallen. Für diese Tiere findet dann auch die Ernährung praktisch keine Unterbrechung bis zu ihrem Lebensende.

Im Frühjahr, nach der Überwinterung, setzt eine erneute Fraßtätigkeit ein. Sie ist jetzt besonders bei den Weibchen lebhaft, da sie eine große Zahl von Eiern produzieren. Nach Titus (1910a) frißt die Mehrzahl der Käfer in erster Linie nachts in der Zeit zwischen 21 und 1 Uhr.

a) Fraßbild

Das Fraßbild der Käfer ist von demjenigen der Larven deutlich zu unterscheiden. Die Käfer beginnen ihren Fraß im allgemeinen vom Blattrande her und fressen nicht bis zur Mittelrippe, die Larven dagegen beginnen in der Regel in der Mitte des Blattes, fressen zwischen den Adern Streifen heraus und lassen den Blattrand häufig unberührt stehen. Die Käfer verschonen auch nicht in dem gleichen Maße wie die Larven die Blattrippen, da sie auch härtere Nahrung nicht ver-

schmähen. Maßgebend für das verschiedene Schadbild dürfte aber im wesentlichen die Haltung und Stellung der Tiere beim Fressen sein. Der Käfer „reitet" oft auf dem Blattrand und rückt dabei langsam vor- oder rückwärts. Die Larve aber hält sich am Blattrand eingerollt fest, verändert diese Stellung möglichst wenig und frißt dabei die Blattmasse, die zwischen ihrem Körper und der Hauptrippe liegt.

Ebenso gern wie die älteren Blätter werden von den Käfern auch die noch gefalteten jungen Blätter der Triebspitzen gefressen. Wenn sie an diesen Stellen bei nicht gar zu schwerem Befall mit ihrem Schadfraß nicht sonderlich in Erscheinung treten, so liegt das wohl nicht zuletzt daran, daß die Käfer, wie an anderer Stelle schon erwähnt, bei weitem nicht so lichtstrebig sind wie die älteren Larven und sich häufig im Schatten oder Halbschatten am Grunde der Pflanzen oder jedenfalls in der unteren Hälfte aufhalten. In die jungen, noch gefalteten Blätter werden vielfach auch Löcher von der Seite her gefressen, und diese sind von ganz unregelmäßiger Form, da wohl die Hauptrippe, kaum aber die noch weichen Seitennerven verschont werden.

Ebenso ernst wie der Verlust an Blattfläche wirkt sich gelegentlich der Käferfraß an den Stengeln und Blattstielen aus, da hierdurch die Saftzufuhr herabgesetzt oder gar so weit unterbunden wird, daß die über den Wundstellen liegenden Blätter oder Triebspitzen welk werden und absterben. Dieser Fraß besteht entweder darin, daß nur die Epidermis auf mehr oder weniger großen Stellen abgeplätzt oder abgenagt wird (s. Abb. 19), oder es werden regelrechte Löcher und Gruben von unregelmäßiger Form und Größe in das Gewebe eingenagt. Die Blattstiele werden dabei nicht selten zur Hälfte oder noch tiefer durchbissen, so daß die Blätter umknicken. Von den Trieben werden zwar die oberen, noch weichen und fleischigeren Teile bevorzugt; es bleiben aber auch die harten unteren Stengelteile keineswegs verschont.

Abb. 19. Fraßbild der Käfer von *Ph. variabilis* an Luzernestengel (nach Titus, 1910a)

b) Wirts- und Brutpflanzen

Wenn man als Wirtspflanzen des Luzerneblattnagers diejenigen ansprechen will, von deren Gewebe der Käfer, die Larven oder auch beide Stadien sich ernähren, solange ihnen kein anderes Futter zur Verfügung steht, so kommt man zu einer verhältnismäßig langen Liste von Pflanzennamen aus den verschiedensten Gattungen und Familien. Eine derartige ältere Zusammenstellung befindet sich z. B. bei Kleine (1910) und aus neuerer Zeit besonders ausführlich bei Essig und

Michelbacher (1933) unter Angabe der Verfasser und der Länder, auf die die einzelnen Angaben sich beziehen. Unter den älteren Angaben befinden sich zweifellos manche Verwechslungen und Essig und Michelbacher machen auch darauf aufmerksam, daß die Zahl der angegebenen Nährpflanzen erheblich gemindert wird, wenn man alle diejenigen Arten fortläßt, die von den Tieren nur in der Zucht und bei Abwesenheit der eigentlichen Nährpflanzen als Futter angenommen werden. Die Liste verkürzt sich weiterhin erheblich, wenn man nur diejenigen Pflanzen aufführt, an denen die Käfer wenigstens in der Zucht auch brüten, die also auch auf die Dauer sowohl dem Käfer wie auch den Larven eine ausreichende Ernährung bieten. Brutpflanzen in diesem Sinne sind nach Titus (1910 a, 1911) *Medicago sativa, M. lupulina, Melilotus alba, M. officinalis, Trifolium pratense, Tr. repens, Tr. hybridum* und *Tr. incarnatum.* Essig und Michelbacher fanden durch Zuchten in Feldkäfigen 7 von 34 Arten, und zwar: *Medicago sativa, M. hispida, Melilotus alba, M. indica, M. hubamensis, Vicia dasycarpa* und *Vicia villosa. Trifolium repens, T. hybridum* und *Vicia calcarata* sehen die Verfasser auf Grund dieser Untersuchungen, die nicht alle zeitgerecht durchgeführt werden konnten und zum Teil auch durch starken Blattlausbefall gestört wurden, als wahrscheinliche Brutpflanzen an. Unter natürlichen Freilandverhältnissen fanden Essig und Michelbacher, die dieser Frage ihre besondere Aufmerksamkeit gewidmet haben, neben der Luzerne nur 3 Pflanzenarten, an denen *Phytonomus variabilis* brütete, nämlich die Leguminosen *Medicago hispida, Melilotus indica* und *Melilotus alba.*

Im Jahre 1937 wurde von mir auf dem Versuchsfelde der Zweigstelle ein Kleesorten- und Herkünfteversuch und ein weiterer Versuch mit verschiedenen Leguminosen in kleineren Parzellen durchgeführt und auf Befall durch *Phytonomus variabilis* überprüft. Während auf Klee (*Trifolium pratense* L., *Tr. hybridum* L., *Tr. repens* L., *Tr. incarnatum* L.), auf *Medicago lupulina* L., *Anthyllis Vulneraria* L., *Melilotus albus* Desr. und *Onobrychis vicifolia* Scop. weder Käfer noch Larven angetroffen wurden, war eine Reihe der im anderen Versuch stehenden Leguminosen zum Teil recht stark von Käfern und besonders auch von Larven aller Stadien befallen. Wenn auch nicht in jedem Falle festgestellt wurde, ob sich auch Eier an den Pflanzen befanden, so möchte ich nach der Lage der Dinge doch nicht zögern, diese von Larven stark besetzten und befressenen Pflanzenarten als Brutpflanzen des Luzerneblattnagers anzusprechen. Der Stärke des Befalls nach geordnet, handelt es sich um folgende Arten bzw. Unterarten: *Vicia sativa* L. (Saatwicke), *Vicia cassubica* var. *typica* f. *serotina* Borb., *Vicia sativa* subsp., *amphicarpa* (L.) Aschers. u. Graebn., *Vicia grandiflora* Scop., *Vicia sativa* var. *obovata* f. *leucosperma* (Moench) Ser., *Melilotus officinalis* (L.) Med. (gelber Steinklee) und (etwas fraglich) um *Vicia villosa* Roth. (Zottelwicke). Nicht befallen in diesem Versuch waren: *Vicia disperma* D. C., *V. monantha* Desf. (Wicklinse), *V. ervilia*

(L.) Willd. (Linsenwicke), *V. Faba* L. var. *equina* Pers. (große Pferdebohne) und var. *minor* Beck und *Lathyrus sativus* L. (Saatplatterbse).

Ein auf noch mehr Pflanzen ausgedehnter Versuch wurde im Jahre 1938 wiederholt und mehrmals überprüft. In diesem Versuch waren stärker von *Phytonomus variabilis*-Larven befallen neben *Medicago sativa* als Testpflanze noch *Vicia canadensis*. Etwas schwächer, aber eindeutig befallen waren weiterhin: *Medicago lupulina* L., *Med. turbinata* Willd., *Med. orbicularis* All., *Med. hispida* Gaertn., *Med. arabica* All., *Med. denticulata* Willd., *Med. minima* Bartalini, *Lotus ornithopoides* L., *L. tenuifolius* Rehb., *Melilotus albus* Desr., *M. altissimus* Thuill., *M. indicus* L., *M. officinalis* Desr., *M. gracilis* DC., *Vicia sativa* L. (einschließlich subsp. *amphicarpa* (L.) Aschers. u. Graebn. und *leucosperma* Ger., *V. angustifolia* All., *V. grandiflora* Scop., *V. narbonensis* L., *V. peregrina* L., *V. cassubica* L. var. *serotina* Borb. und *Galeaga officinalis* L.

Von den hier genannten Brutpflanzen kommt zweifellos neben der Luzerne der Saatwicke (*Vicia sativa*) und ihren Unterarten wenigstens für deutsche Verhältnisse die größte Bedeutung zu, da diese Wicke vielerorts regelmäßig angebaut wird. Auch größere Felder, sowohl auf dem Versuchsfeld der Zweigstelle wie in der Provinz Schleswig-Holstein, erwiesen sich bei jeder Stichprobe als befallen, wenn auch nicht in dem Maße wie Luzerne. Dabei war es gleichgültig, ob die Wicke in Reinkultur oder in Gemenge stand. Regelmäßig und oft schwer befallen ist die Futterwicke in dem Hauptanbaugebiet des Reiches, in der Provinz Ostpreußen [1]).

Ein weiterer Versuch auf dem Gelände der Zweigstelle, in dem u. a. eine Reihe von Herkünften der Futterwicke standen, verdient daher ein besonderes Interesse. Bei einer Überprüfung am 6. Juli erwiesen sich folgende Herkünfte als praktisch gleich stark befallen: Bulgarien, Lettland, Nordrußland, Schweden, Mecklenburg; nicht befallen war dagegen eine in diesen Versuch mit eingereihte ungarische Sandwicke (*Vicia villosa* Roth).

5. Die Abwanderung

Schon während des Reifungsfraßes sind die Jungkäfer wanderlustig. Sie kriechen lebhaft auf dem Boden umher und naschen hier und dort von den Pflanzen, scheinen aber nur selten von den Flügeln Gebrauch zu machen. Gegen Ende des Reifungsfraßes im Hochsommer verläßt ein Teil der Käfer auch die Fraßplätze. Diese Tiere beginnen mit der eigentlichen Abwanderung und jetzt wird offenbar auch von den Flügeln mehr Gebrauch gemacht als bisher. Eigentliche Massenflüge sind aber nie beobachtet worden, vielmehr ist die Abnahme der

[1]) Nach freundlicher Mitteilung von Dr. Crüger, Königsberg. In Ostpreußen soll weiterhin neben der Luzerne der Schädling im Jahre 1937 auch *Vicia Faba* und Lupine merklich geschädigt haben.

fressenden und sichtbaren Käfer ganz allmählich. Titus (1909a, 1910a) und andere glauben aber, daß Sommerflüge die Regel sind, und daß in der Zeit des Reifungsfraßes der Jungkäfer und bei der Abwanderung ins Winterlager die hauptsächlichste Ausbreitung des Schädlings auch über neue Gebiete erfolgt. Da ein Teil der Jungkäfer auf den Luzernefeldern selbst überwintert, sehr viele auch in der nächsten Umgebung bleiben, scheinen alle Übergänge zwischen der kürzesten Wanderung zu Fuß bis zu weiter Wanderung durch Überfliegen großer Strecken vorzukommen. Webster (1912) nimmt an, daß bei den Sommerflügen auch der Wind eine Rolle spielt. Reeves (1927b) glaubt dagegen, daß der eigentliche Überwinterungsort der Käfer das Luzernefeld ist, und daß eine Ortsveränderung oder eine Abwanderung in ein abgelegenes Winterlager nur dann in Frage kommt, wenn während der heißen Sommermonate den Jungkäfern der Boden zu heiß und das Feld zu sonnig und trocken wird. Sie suchen dann Plätze auf, die begrast und schattig sind. Sweetman (1929) hat im Staate Wyoming in drei aufeinanderfolgenden Jahren Leimtafeln auf die Felder gestellt, um den Flug der Käfer feststellen zu können. In den Monaten Mai bis Juli konnte er überhaupt keinen Flug nachweisen, hält ihn aber im August und September, wo er nur wenige Beobachtungen anstellen konnte, für möglich. Henderson (1919) berichtet über ähnliche Versuche mit Leimtafeln, die im Staate Utah in der Mitte von stark befallenen Schlägen vom 23. März bis zum 22. November aufgestellt waren. Trotzdem wurden nur sehr wenig Käfer daran gefangen. Er schließt daraus, daß die Tiere nur selten fliegen und die Ausbreitung durch Flug nur eine geringe Rolle spielt. Stshegolev und Mitarbeiter (1937) geben allerdings ausdrücklich an, daß die Käfer bei Sommertemperaturen von 24—25 ° C dem Schatten zustreben und auf der Suche nach solchen Orten bedeutende Flüge, auch von der Luzerne fort, ausgeführt werden. Da bei *Phytonomus variabilis* kein Lebensabschnitt zeitlich streng fixiert ist, die Tiere vielmehr in ihrem Verhalten in sehr weitgehendem Maße von dem Klima, im besonderen von der Temperatur abhängig sind und deshalb in manchen Gebieten (Frankreich, Kalifornien) fast zum Dauerbrüter werden können, möchte ich annehmen, daß für den Zeitpunkt, die Dauer und die Weite der Wanderung, bei vielen Individuen die Temperaturen entscheidend sind. Tiere, die als Jungkäfer zeitig geschlüpft sind und daher auch ihren ersten Reifungsfraß zeitig beendet haben, werden wanderlustiger sein, während andere Käfer schon bald nach Beginn des Umherkriechens bzw. der Abwanderung von ungünstigen Temperaturen überrascht werden und dann ihr Winterquartier in der nächsten Nähe kriechend oder in kurzen Flügen suchen müssen. Entscheidend für den Beginn und die Dauer der Wanderzeit sind damit der Beginn der Fortpflanzungszeit der Elterntiere und die Temperaturen während der Entwicklungszeit, d. h. hauptsächlich der Monate Mai bis Juli (s. 346).

6. Die Überwinterung

Es wurde schon erwähnt, daß der Luzerneblattnager auf keine bestimmte Ruhezeit im Winter festgelegt ist und die Tiere deshalb auch ohne Schwierigkeit im Laboratorium mitten im Winter zur Eiablage gebracht werden können. Man darf aus diesem Verhalten schon schließen, daß die Käfer auch im Freilande keine strenge Winterruhe einhalten und nur durch wirklich niedrige Temperaturen untätig gehalten werden. So berichtet Reeves (1927b), daß die Tiere keine bestimmte Winterruhe kennen, daß die Imagines bewegungslos sind, wenn es kalt ist, daß sie aber ihre Tätigkeit beginnen, sobald sie von der Wärme getroffen werden. Beim Herannahen von kaltem Wetter verkriechen sie sich am Grunde der Pflanzen oder auch im Boden und verbringen dort den Winter. Er erwähnt auch, daß ihre Zahl an Grabenrändern, Feldrainen und ähnlichen Plätzen mit einer Decke von Schnee und toter Vegetation zwar oft recht groß ist, daß der Prozentsatz dieser Tiere aber gering ist im Vergleich zu denjenigen, die auf dem Felde selber überwintern. Auch List und Wakeland (1919) haben beobachtet, daß die Käfer sich schon auf den Feldern regten, bald nachdem die Sonne die Felder vom Schnee befreit hatte. Nach Stshegolev und Mitarbeitern (1937) beginnt die Winterruhe bei einer Temperatur von 11—12 ° C.

Die Überwinterung von *Phytonomus variabilis* in Deutschland scheint im wesentlichen ähnlich zu sein wie in den meisten Gebieten der Vereinigten Staaten. Ich fand die Tiere im Winter sowohl zwischen den Stoppeln und unter den Pflanzenresten auf dem Luzernefelde wie auch, und zwar in der Mehrzahl, abseits der Schläge in eigentlichen Winterlagern, an Feldrändern und in der Regel an den nach Süden geneigten Hängen von Dämmen, Gräben und Knicks. Immer waren diese Stellen in ziemlicher Nähe der alten Brut- und Fraßplätze, so daß man zu der Ansicht kommen muß, daß die Käfer im allgemeinen keine großen Wanderungen vor Einbruch des Winters unternehmen.

Wie sehr der Lebensablauf des Käfers und im besonderen auch die Überwinterung durch die Temperaturen bestimmt wird, geht aus den Untersuchungen von Essig und Michelbacher (1933) hervor. Nach diesen Autoren legten die Weibchen in Mittel-Kalifornien zwar in der Hauptsache im Frühjahr und Sommer, bis zu einem gewissen Grade aber auch den ganzen Winter hindurch ihre Eier ab. Fehlt es den Tieren an grünen Pflanzenstengeln, so benutzen sie die alten, toten Stoppeln. Auch die Käfer selbst und sogar Larven konnten mitten im Winter mit einigem Zeitaufwand immer gefunden werden, und die Verfasser glauben auch, daß die Puppen den kalifornischen Winter überdauern können. Ob die im Winter legenden Tiere noch Altkäfer waren oder Jungkäfer desselben Jahres, wurde nicht festgestellt, da für die Feldversuche die Tiere wahllos eingetragen wurden.

Zusammenfassend kann also festgehalten werden, daß unter günstigen klimatischen Bedingungen die Ernährung und selbst die Fort-

pflanzung von *Phytonomus variabilis* nie ganz zum Stillstand kommt. Wohl machen die Käfer nach dem ersten Reifungsfraß eine Ruhezeit durch. Eine eigentliche Winterruhe findet aber nur dort statt, wo tiefere Temperaturen den Schädling dazu unmittelbar zwingen. Die Dauer dieser Winterruhe läßt sich daher zeitlich auch nicht festlegen. Die Inaktivität nimmt zu mit der Beendigung des vorwinterlichen Reifungsfraßes und wird vollkommen mit dem Einbruch des Winters. Die Ruhezeit kann durch wärmere Temperaturen jederzeit unterbrochen werden, endigt aber normalerweise im Frühjahr mit der zunehmenden Erwärmung und dem Beginn der Vegetationszeit.

Titus (1910a) glaubt aus seinen Beobachtungen im Staate Utah entnehmen zu können, daß von den überwinternden Käfern etwa 75 bis 80 % den Winter überstehen.

7. Fortpflanzung

Die Fortpflanzung von *Phytonomus variabilis* ist eine geschlechtliche, kann also nur nach voraufgegangener Begattung erfolgen. Abgesehen von einzelnen klimatisch besonders günstigen Gebieten, wie z. B. in Teilen von Kalifornien, für die der Beginn der Fortpflanzungstätigkeit der ersten Jungkäfer noch nicht ganz geklärt ist (Essig und Michelbacher [1933]), beginnt im allgemeinen und zweifellos auch überall in Deutschland im Freilande die Fortpflanzung im Frühjahr nach der Winterruhe. Der Beginn dieser Periode hängt sehr von der Witterung ab und schwankt damit von Ort zu Ort und von Jahr zu Jahr ganz beträchtlich. Auch die Geschwindigkeit der Eireifung und Eiablage und nicht zuletzt die Dauer der Fortpflanzung sind wesentlich von der Temperatur abhängig. Das Ende der Eiablage deckt sich praktisch mit dem Tode der Weibchen. Im einzelnen ergeben sich folgende Verhältnisse:

a) Geschlechterverhältnis

Die Männchen und Weibchen des Luzerneblattkäfers überschneiden sich in der Größe. Es ist aber verhältnismäßig leicht möglich, Männchen und Weibchen an der Gestalt der letzten Abdominalsternite zu unterscheiden (Abb. 2). Nach meinen Untersuchungen war das Verhältnis von Männchen zu Weibchen praktisch 1 : 1. Da beide Geschlechter annähernd gleich lange Lebensdauer haben, so bleibt dies Verhältnis auch nach der Überwinterung und bis zum Tode der Altkäfer im allgemeinen unverändert. Parks (1914) fand ebenfalls das Verhältnis 1 : 1.

b) Kopulation

Schon Titus (1910a), Parks (1914) u. a. haben darauf hingewiesen, daß die Begattung beim Luzerneblattkäfer außerordentlich häufig zu beobachten ist und vom zeitigen Frühjahr bis zum Ende der Fortpflanzungszeit immer wiederholt wird. Auch der einzelne Be-

gattungsakt dauert oft sehr lange und nicht selten wird das Männchen dabei vom Weibchen auf dem Rücken weit fortgetragen. Isoliert man in der Zucht einzelne Pärchen, so kann man leicht feststellen, daß auch das gleiche Weibchen von ein und demselben Männchen häufig begattet wird, bisweilen mehrmals am Tage oder täglich viele Wochen hindurch. Man könnte daraus schließen, daß aus irgend einem Grunde diese regelmäßig wiederholte Begattung notwendig ist, vielleicht um eine Befruchtung der allmählich nachreifenden, zahlreichen Eier während einer Ablagezeit von mehreren Wochen oder gar Monaten sicherzustellen. Das ist aber nicht der Fall. Die Samenbehälter der Weibchen haben eine normale Größe und sind in der Regel mit Sperma gut gefüllt. Isoliert man begattete Weibchen zu Beginn der Fortpflanzungszeit, so legen die Tiere in normalem Rhythmus weiter und auch die nach Wochen abgelegten Eier sind dann noch praktisch zu 100 % befruchtet und entwicklungsfähig. Unbegattete Weibchen legen nur gelegentlich Eier.

Die Begattung beginnt im zeitigen Frühjahr mit dem Einsetzen wärmerer Temperaturen und der verstärkten Nahrungsaufnahme. Die Regel scheint zu sein, daß die Tiere gleicher Generation sich begatten. Titus (1910b) hat aber auch beobachtet, daß männliche Jungkäfer mit alten Weibchen kopulierten. In der Zucht kommt eine Paarung auch unter umgekehrten Verhältnissen zustande.

c) Eireifung

Über den Vorgang und Zeitpunkt der Eireifung beim Luzerneblattnager hat Snow (1928) im Staate Utah interessante und eingehende Untersuchungen angestellt, die sich im wesentlichen mit meinen eigenen in Schleswig-Holstein durchgeführten Beobachtungen decken. Snow lag vor allem daran, zu klären, ob die weiblichen Jungkäfer noch vor Winter geschlechtsreif werden, ob man von dem Beginn einer zweiten Generation im Herbst sprechen kann und ob sich in dieser Beziehung die Käfer, die über Winter in den Luzernefeldern leben, anders verhalten als die von Feldrändern und Dämmen. Er hat in drei aufeinanderfolgenden Jahren (1913—1915) 3335 weibliche Käfer zu verschiedener Zeit und von den verschiedensten Örtlichkeiten eingetragen und auf ihren Reifezustand untersucht und kommt zu folgendem Ergebnis: Weibchen, die im Frühjahr und Sommer schlüpfen, bleiben für etwa 4 Monate unreif, d. h. ihre Ovarien sind zunächst alle klein und kurz; die Endkammern sind dünn, die Eituben schmal und gestreckt und die paarigen Ovidukte ebenfalls dünn. Eituben und Ovidukte zusammen sind etwa so lang wie die Endkammer (Stadium a). Im August zeigten die ersten Tiere (2 %) in den Ovarien Wachstumserscheinungen: Die Ovarien hatten sich etwas verlängert und die Endkammern erweitert (Stadium b). Die im September eingetragenen Tiere zeigten weiterhin Fortschritte im Wachstum der Ovarien: 12 % waren jetzt im Stadium b, 5 % hatten weiterhin vergrößerte, segmentierte Ovarien mit in Reifung befindlichen Eiern (Stadium c) und 2 % enthielten die ersten reifen Eier (Stadium d). Im Oktober und November hatten sich diese Prozent-

sätze noch weiterhin erhöht (27 % enthielten im November reife Eier). Eine getrennte Untersuchung der Käfer vom Felde und von Grabenrändern ergab, daß nur die Tiere vom Felde, die also Gelegenheit zur Nahrungsaufnahme hatten, schon vor Winter teilweise reif werden. Weibchen von Grabenrändern waren im März über das Stadium b dagegen noch nicht hinausgekommen. Snow schließt aus seinen Untersuchungen, daß die Anzahl Weibchen der alten Generation, die bis zum August und September des nächsten Jahres leben, groß genug ist, um die im Herbst vorhandenen geringen Ei- und Larvenmengen auf sie zu beziehen und nicht auf Jungtiere, die noch im selben Jahre zur Eiablage kommen. Snow glaubt übrigens auch, daß mindestens ebenso viele Jungkäfer in eigentlichen Winterlagern abseits von den Luzernefeldern wie auf diesen selbst überwintern, vielleicht ist es sogar die Mehrzahl. Alle diese Tiere zeigen aber nur eine schwache Fortentwicklung der Ovarien vor Winter, und sie wird während der kalten Monate ganz unterbrochen. Im März wird sie mit zunehmenden Temperaturen wieder aufgenommen und macht dann im April sehr rasch Fortschritte, sobald die Käfer auf die Luzernefelder zurückgewandert sind und hier mit der Nahrungsaufnahme begonnen haben. Immerhin besteht auch im Frühjahr noch längere Zeit ein Unterschied zwischen diesen beiden Populationen, und die Weibchen, die zuerst mit der Eiablage beginnen, sind solche, die auf den Feldern selbst überwintert haben.

Parks (1914) hat Mitte Juni geschlüpfte Käfer im Freilande eingezwingert. Diese Tiere begannen in der zweiten Oktoberhälfte mit der Eiablage. Seine Untersuchungen decken sich also mit denen von Snow.

In Laboratoriumszuchten zeigen die Käfer im Prinzip das gleiche Verhalten, nur zeitlich tritt eine Verschiebung auf.

d) Eiablage

Die Eiablage als der wichtigste Abschnitt im Leben des Käfers ist zugleich im höchsten Maße und weit mehr als bei vielen anderen Insekten abhängig von der Temperatur und damit vom Klima. Wir hatten schon festgestellt, daß von einer strengen zeitlichen Fixierung bei *Ph. variabilis* eigentlich in keinem Lebensabschnitt gesprochen werden kann, und daß z. B. ein so wichtiger Vorgang wie die Eireifung bei den Jungkäfern entweder schon im Herbst oder erst ein halbes Jahr später im nächsten Frühjahr abläuft. Wir hatten weiterhin gesehen, daß, neben der Temperatur, wenn auch nur indirekt, die Ernährung eine Rolle mitspielt, ja bis zu einem gewissen Grade anscheinend sogar der Zufall, indem die Tiere, die auf ihrer Sommerwanderung die Luzerne verlassen und an geeignete Überwinterungsplätze gelangen, dort verbleiben und nicht mehr vor Winter ihre Reife erlangen, während diejenigen, die auf den Luzerneschlägen verbleiben und hier auch länger und häufiger fressen, zum Teil vor Winter reif werden. Wir dürfen des-

halb erwarten, daß, wie bei der Eireifung, so auch bei der Eiablage, die größte Mannigfaltigkeit zu beobachten ist.

Die Temperaturabhängigkeit der Eiablage ist einer der wichtigsten und interessantesten Abschnitte aus der Lebensgeschichte des Luzerneblattnagers. Sie hat nicht nur theoretische, sondern auch im höchsten Maße praktische Bedeutung, da die Höhe des Schadens und auch das Anwachsen des Schädlingsbestandes in erster Linie davon abhängt, ob die Mehrzahl der Weibchen im Frühjahr relativ schnell und gleichzeitig ablegt, oder ob die Eiablage sich im Herbst, Winter und Frühjahr verzettelt und damit der Larvenfraß so verteilt ist, daß die Luzerne jederzeit die Möglichkeit hat, die verlorene Blattmasse zu ersetzen. Diese Verzettelung kann auf die verschiedenste Weise zustande kommen und deshalb ist eine eingehende Untersuchung und Besprechung lohnend und notwendig.

Wir wissen aus den eingehenden und sich über mehrere Jahre erstreckenden Untersuchungen von S n o w (1928), daß Jungkäfer aus den Luzernefeldern im August zu 0 %, im September zu 2 %, im Oktober zu 24 % und im November zu 50 % entwickelte Ovarien mit legereifen Eiern aufwiesen. Im Gegensatz dazu waren die Weibchen an Grabenrändern und Feldrainen bis zum Eintritt des Winters noch kaum in der Entwicklung der Ovarien vorangekommen. Nimmt man an, daß etwa die Hälfte der Käfer sich über Winter auf den Feldern selber aufhält, so würde sich ergeben, daß im ganzen rund $^1/_8$ aller Weibchen im Oktober und $^1/_4$ im November fortpflanzungsbereit ist. Aus dieser Fortpflanzungsbereitschaft ergibt sich nun keinesfalls, daß diese Tiere auch im Oktober oder November mit der Eiablage beginnen. Alle Anzeichen sprechen vielmehr dafür, daß das nicht oder doch nur unter sehr günstigen Bedingungen für einen sehr kleinen Teil der Käfer der Fall ist. Dieser Annahme ist auch S n o w. Die legereifen Weibchen überdauern vielmehr, so widersinnig das auch ist, in diesem Zustande den Winter und beginnen erst im Frühjahr mit zunehmender Erwärmung mit dem Ablegen der Eier. Dauert jedoch der Herbst sehr lange und ist der Winter zunächst milde, so geht dabei die Ernährung und damit auch der Prozeß der Eireifung weiter, und es kommt zwangsläufig zur Legenot und damit auch zum Beginn der Eiablage im Herbst oder Winter. Solche Verhältnisse liegen ganz offenbar in Kalifornien normalerweise vor (E s s i g und M i c h e l b a c h e r [1933]), lassen sich im Freilande erzielen, wenn man die Käfer in Zuchtkäfigen hält, wo sie geschützt und dadurch anormal hohen Temperaturen ausgesetzt sind (Versuche von P a r k s [1914]) und sind jederzeit im Laboratorium hervorzurufen.

Wenn man dieses Verhalten der Käfer kennt und experimentell leicht nachweisen kann, ist es auch ziemlich müßig, lange darüber zu diskutieren, wieviele Käfer noch im Jahre ihres Schlüpfens mit der Eiablage begonnen haben und ob die Eier und Larven, die man im Herbst und Winter in manchen Gebieten finden kann, den Jungkäfern als Be-

ginn einer zweiten Generation oder verspäteten Alttieren zuschreiben soll. In den Vereinigten Staaten scheint beides häufiger vorzukommen (Reeves [1917]). In Deutschland, wenigstens in der Provinz Schleswig-Holstein, waren Larven und besonders Eier im Herbst außerordentlich selten, und ich glaube nicht, daß hier Jungkäfer in bemerkenswerter Zahl noch vor Winter zur Eibablage kommen. Praktisch spielen sie jedenfalls keine Rolle. Auch für die Vereinigten Staaten gilt es als Regel, daß die Eiablage im Frühjahr beginnt.

Immerhin ist es denkbar, daß in bestimmten Gebieten und günstigen Jahren der Prozentsatz der Jungkäfer, die vor Winter zur Eiablage gelangen, einmal beachtlich hoch ist. Es fragt sich unter solchen Umständen, welche praktischen Auswirkungen das hat. Selbst wenn die vor Winter abgelegten Eier als solche oder als Larven späterhin nicht infolge der Kälte zugrunde gehen, werden sie die Luzerne kaum ernstlich schädigen können. Nach allen bisherigen Beobachtungen darf man aber annehmen, daß diese Nachzügler und Vorläufer der Kälte zum größten Teil zum Opfer fallen. In jedem Falle bedeutet es aber eine Schwächung der Angriffskraft des Schädlings im Frühjahr, da eine Verzettelung erfolgt ist. Im übrigen darf man auch erwarten, daß im Winter die legereifen Tiere zahlreicher zugrunde gehen als die noch unentwickelten und daß die Schwächung der Generation um so empfindlicher ist, je milder der Herbst vor einem späten aber strengen Winter war. Derartige Versuche über die Kälteempfindlichkeit der verschieden reifen Tiere fehlen noch und *Phytonomus variabilis* wäre sicher ein dankbares Objekt dafür.

Infolge der starken Temperaturabhängigkeit der Eireifung und Eiablage läßt sich der Beginn der Eiablage im Frühjahr zeitlich nur allgemein festlegen. Titus (1913) sagt darüber, daß sie einsetzt, wenn wärmere Witterung auch über Tag anhält und die Luzerne ungefähr 6—8 Zoll lang ist. Webster (1912) stellte im Jahre 1909 im Staate Utah den Beginn der Eiablage Anfang April und den Höhepunkt Ende Mai Anfang Juni fest, während sie 1910 schon Anfang März begann und Mitte Mai ihren Höhepunkt erreichte. Stshegolev und Mitarbeiter (1937) berichten, daß unterhalb einer Temperatur von 12 ° C keine Entwicklung der Geschlechtsprodukte vor sich geht.

Auch in Deutschland wird der Beginn und Höhepunkt der Eiablage in den einzelnen Provinzen und Ländern vor allem aber von Jahr zu Jahr recht verschieden sein. Genaue Untersuchungen darüber sind vorläufig noch nicht angestellt. In der Provinz Schleswig-Holstein, die wie der ganze Nordwesten des Reiches ein verhältnismäßig spätes Frühjahr hat, waren im Jahre 1937 im April die Käfer mit Such- oder Netzfängen nur vereinzelt zu erbeuten. Bis Mitte Mai waren sie zwar auf allen Schlägen anzutreffen, doch immer noch relativ gering an Zahl. Nach Mitte Mai wurden sie zahlreicher und inzwischen hatte auch die Eiablage deutlich eingesetzt; sie wird aber ihren Höhepunkt erst Anfang Juni erreicht haben. 1938 wurden die ersten Tiere schon

im März während einer kurzen Wärmeperiode angetroffen, waren dann aber bei erneutem Einbruch kühler Temperaturen sofort wieder sämtlich verschwunden. Hier lagen also ähnliche Verhältnisse vor, wie sie Webster im Jahre 1909 für ein bestimmtes Gebiet der Vereinigten Staaten beobachtet hatte.

Sofern die Eiablage einmal eingesetzt hat, geht der weitere Verlauf mit den Temperaturen weitgehend parallel, wenn nicht zu hohe Temperaturen oder zu geringe Feuchtigkeiten herrschen. Kühles, nasses Frühjahrswetter unterdrückt oder behindert die Eiablage (Howard [1926], Sweetman [1932]) und zieht sie damit in die Länge, während sie in einem zeitigen, warmen Frühjahr gefördert und damit auch verkürzt wird. Über die Wirkung der Temperatur und Feuchtigkeit als ökologische Begrenzungsfaktoren in bezug auf die Eiablage wird an anderer Stelle ausführlich berichtet.

Der normale Ort der Eiablage ist der lebende, grüne Stengel der Luzerne oder einer anderen Wirtspflanze. Nur wenn Käfer im Herbst, Winter und zeitigen Frühjahr, d. h. zu einer Zeit ablegen, wo es an grünen, frischen Trieben fehlt, werden auch Eier in die alten, trockenen Pflanzenstoppeln abgelegt (Reeves und Mitarbeiter [1916], Reeves [1917], Smith [1930], Newton [1933]). In Deutschland scheint diese Art der Eiablage zum mindesten sehr selten zu sein, von mir wurde sie nicht festgestellt[1]). Daß diese in die trockenen, alten Gras- und Luzernestengelreste abgelegten Eier sehr wahrscheinlich im Winter wenigstens in der Mehrzahl zugrunde gehen, sei es, daß sie erfrieren oder vertrocknen, wurde an anderer Stelle schon erwähnt. Auch die bei wärmeren Temperaturen in tote Grasstengel gelegentlich abgelegten Eier gehen leicht zugrunde (Sweetman [1929]).

Nach Untersuchungen von Sweetman (1929) ziehen die Weibchen zur Eiablage die mittelstarken Luzernestengel den älteren und dickeren, aber ganz besonders den dünnen Stengeln vor, und zwar nach seiner Auffassung deshalb, weil diese mittelstarken Triebe noch weich genug sind, um sie leicht anbohren zu können, sie aber andererseits im Innern auch schon Hohlräume aufweisen, die von den Käfern bei der Eiablage gern benutzt werden. Außerdem sollen sie den Tieren den Vorteil bieten, daß sie sich an ihnen während der Eiablage besser anklammern können als an den zu dünnen Stengeln. Wenn diese letztere Erklärung auch weniger Wahrscheinlichkeit für sich zu haben scheint, so leuchtet die erste doch ein. Tatsächlich legt *Phytonomus variabilis* seine Eier gern in großen Gruppen ab. Die Höhlung, die er im massiven Stengel anlegen kann, ist infolge des nicht übermäßig langen Rüssels nur verhältnismäßig klein und nur für eine geringe Anzahl Eier geeignet. Wird dagegen ein hohler Stengel angebohrt, so kann in dem

[1]) Der größere *Phytonomus punctatus* legt seine Eier regelmäßig in tote Klee- oder Luzernestengel und auch in tote Gras- und Strohhalme. Es ist nicht ausgeschlossen, daß früher gelegentlich die Eigelege dieser beiden Arten verwechselt worden sind.

natürlichen Hohlraum eine große Zahl von Eiern untergebracht werden. Webster (1912) glaubt beobachtet zu haben, daß besonders die hohen, schnell gewachsenen Triebe bevorzugt werden im Vergleich mit den kürzeren und holzigeren. Diese beiden Beobachtungen ergänzen sich in gewisser Weise, stehen jedenfalls nicht in Widerspruch miteinander. Einige weitere Momente, die den Ort der Eiablage bestimmen, kommen für das legereife Weibchen wahrscheinlich hinzu. Die Käfer haben einmal den Trieb, ihre Eier dort abzusetzen, wo die später schlüpfenden Junglarven ihren Nahrungsplätzen, d. h. den Triebspitzen und Knospen in den Blattachseln, möglichst nahe sind. Zum anderen halten sich aber die Käfer meist in der unteren Hälfte der Pflanzen auf, müssen also zum Zwecke der Eiablage höhere Regionen aufsuchen. Bis in die jüngsten Teile der Triebe hinein reicht aber der Hohlraum nicht. Aus diesen Faktoren ergibt sich nun, daß die Mehrzahl der Eier etwa 5—10 cm unterhalb der Triebspitze zur Ablage kommt. Sweetman (1929), der eine große Zahl von Stengeln daraufhin untersucht hat, fand, daß 90 % bis zu 6 Zoll und 75 % bis zu 3 Zoll vom Stengelende entfernt waren. Im Innern der Stengel sind die Eier zweifellos vor dem Austrocknen vorzüglich geschützt, vor dem Zugriff räuberischer Feinde nicht ganz im gleichen Maße. Es ist aber wahrscheinlich, daß auch Brutpflegeinstinkte bei der Auswahl des Platzes für die Eihöhle eine Rolle spielen. Sehr häufig sind nämlich die Eier in der Nähe, d. h. kurz ober- oder unterhalb von Blattachseln abgelegt, und von hier aus haben dann die Junglarven nur einen kurzen Weg bis zu den geschützten Stellen hinter der stark verbreiterten Basis der Blattstiele, in denen sich auch kleine, junge Triebspitzen befinden. Der nächsthäufige Platz, an dem die Eier deponiert werden, sind im übrigen gerade diese Blattachseln im letzten Drittel der Pflanzen oder an der Triebspitze. In diesen Fällen wird der Stengel selber überhaupt nicht angebohrt, sondern nur ein Loch in die Blattstielbasis geschnitten und dann die Eier in den Hohlraum hineingeschoben. Damit sind übrigens die Stellen, an denen Eiablage stattfindet, noch nicht erschöpft. Auch die Blattstiele selber werden gelegentlich dazu benutzt, und im kleinen Zuchtgefäß ist es sogar häufig der Fall, wenn man den Tieren nur eine etwa 5 cm lange Triebspitze anbietet. In einzelnen Fällen kommt es auch vor, daß Eier an der Basis des Blattes unter die Epidermis geschoben werden.

Der Vorgang der Eiablage bedarf noch einer kurzen Besprechung, wenn sich auch aus dem vorigen Abschnitt schon die wesentlichen Merkmale dafür ergeben. Die typische Eiablage in den Luzernestengel wird von dem Weibchen dadurch vorbereitet, daß es mit Hilfe des Rüssels ein kleines rundes Loch in den Stengel bohrt, das eben weit genug ist, um den Ovipositor einzuführen. Dieses Loch wird vertieft und dann innerhalb des Stengels nach oben und unten erweitert (Titus [1910 b]) und, soweit vorhanden, mit dem natürlichen Stengelhohlraum in Verbindung gebracht. Diese für die Eiablage bestimmten

Löcher unterscheiden sich von den Fraßstellen an Stengeln und Blattstielen dadurch, daß sie immer eng und rund sind, während die Fraßstellen größer und flacher sind und einen unregelmäßig gestalteten Rand besitzen. Wenn die für die Eiablage bestimmte Höhlung hergestellt ist, versenkt das Weibchen seine Legeröhre und zieht diese nach Ablage eines jeden Eies entweder zurück (Titus [1910 a]) oder läßt sie versenkt, bis eine Anzahl Eier abgelegt ist (Webster [1912]). Nach Parks (1914) passiert alle 1—4 Minuten ein Ei den Ovipositor.

Nachdem das Weibchen ein Gelege versenkt hat, schließt es die Öffnung mit flüssigem Kot, der mit Pflanzenresten durchsetzt ist. Die Kotmasse trocknet dann ein und bleibt schließlich als Pfropf in und über der Öffnung haften. An diesen dunklen Kotstellen vermag das geübte Auge die Eiablagestellen leicht zu erkennen. Gar nicht selten wird der ganze erreichbare Hohlraum so eng mit Eiern ausgefüllt, daß das letzte Ei als Pfropf aus der Öffnung herausragt. Auch in solchen Fällen unterbleibt die instinktmäßige Handlung, nach der Eiablage das Loch mit Kot zu verbergen, in der Regel nicht. Das teilweise Freiliegen des letzten Eies kommt besonders dann häufig vor, wenn die Höhlung nur klein war und wenig Eier fassen konnte, wie es z. B. in der Zucht bei dünnen Blattstielen der Fall ist. Sweetman (1932) vermutet, daß das Eigelege mit dem Kotpfropf von der Außenwelt abgeschlossen wird, um die sehr empfindlichen Eier gegen die Gefahr des Austrocknens zu schützen.

Über die Zahl der Eier, die je Gelege und während der ganzen Lebenszeit von einem Weibchen abgelegt werden, geben Essig und Michelbacher (1933) eine tabellarische Zusammenstellung nach der Literatur. Hiernach schwankt die Eizahl je Gelege zwischen 1 und 45 und beträgt im Mittel etwa 6—10. (Nach Titus bei 2373 Eiern im Mittel 6,29). Die Gesamteizahl je Weibchen wird von den meisten Autoren (Titus [1913], Parks [1913], Hagan [1918]) mit 600 bis 700 im Mittel angegeben. Parks (1914) erhielt im Laboratorium im Maximum von einem Weibchen 1918 Eier. Nach Stshegolev und Mitarbeitern (1937) beträgt die Höchstzahl sogar 2500. Meine eigenen Befunde decken sich mit diesen Angaben weitgehend. Bleiben die Käfer außer Betracht, die schon vor oder gleich bei Beginn der Eiablage starben, so ergibt sich (für Zuchten im Laboratorium) eine durchschnittliche Eizahl von etwa 500 je Weibchen und eine Höchstzahl von 1525 Eiern. Dieses Weibchen legte seine Eier in 295 Gelegen ab, so daß auf ein Gelege im Durchschnitt 5,2 Eier und je Legetag 19,3 Eier kommen. Zu berücksichtigen bleibt dabei, daß in der Laboratoriumszucht häufiger als unter natürlichen Verhältnissen kleine Gelege in Blattstiele versenkt werden.

Der Beginn der Eiablage sowohl des einzelnen Weibchens wie auch der Gesamtheit der Tiere ist stark von den jeweiligen Temperaturverhältnissen abhängig und daher nicht genau zu fixieren. Sieht man von den vereinzelten Jung- oder Altkäfern ab, die in bestimmten

Gebieten oder Jahren auch im Herbst, ja, sogar im Winter Eier legen, so müssen wir die eigentliche Eiablageperiode in das Frühjahr verlegen, und sie beginnt, wenn die Temperaturen anhaltend mindestens etwa 10—12° C erreicht haben (Sweetman [1929]). Sie kommt nur zögernd oder spät in Gang, wenn das Frühjahr kalt und naß ist (Parks [1913], Snow [1925]) und wird auch bei Witterungsrückschlägen sofort unterbrochen, um in verstärktem Maße bei Wiedereintritt warmer Temperaturen fortgesetzt zu werden (Sweetman [1929]). In Frankreich, in der Umgebung von Hyères ist die Haupteiablagezeit nach Smith (1930) von Januar bis Mai und nach Angaben von Stshegolev und Mitarbeitern (1937) hört die Entwicklung in Innerasien bei Temperaturen von 24—25° C auf, und bei anhaltend mehr als 25° C verfallen die Käfer in Wärmestarre. Soweit sich bisher übersehen läßt, wird in Deutschland im Monat März wohl nur selten eine Eiablage des Luzernekäfers stattfinden, die praktisch bedeutungsvoll ist. Im April wird sie zwar vielerorts bei günstigen Temperaturen stärker einsetzen, ihren Höhepunkt aber erst im Mai und bei ungünstigen Temperaturen sogar erst im Juni finden. Damit ist gleichzeitig schon etwas über die Dauer der Eiablage ausgesagt. Wird ihr Beginn hinausgezögert und läuft sie dann bei höheren Temperaturen ab, so kann sie in rund 4 Wochen oder auch in noch kürzerer Zeit beendet sein, während sie sich bei normalen Temperaturen, oder wenn größere Unterbrechungen eintreten, auch über 6—8 Wochen und mehr erstrecken kann. Hagan (1918) nahm, allerdings wohl irrtümlicherweise, sogar an, daß die Eiablage bei trockenem und warmem Wetter in wenigen Tagen beendet sein kann.

Aus dem Rhythmus der Eiablage kann man im übrigen einen brauchbaren Anhaltspunkt auch für die Dauer dieser Periode bekommen, wenn man die durchschnittliche Eizahl je Weibchen mit 6—800 ansetzt (siehe S. 349). Im Laboratorium, also bei der günstigen mittleren Temperatur von etwa 20° C, legte das schon oben erwähnte Weibchen bei insgesamt 1525 Eiern durchschnittlich je Tag rund 20 Eier ab. Diese durchschnittliche Tagesleistung wird wohl kaum nennenswert zu steigern sein, denn bei 27° C fanden Sweetman und Wedemeyer (1933) schon wesentlich geringere Zahlen. Ein Durchschnitt von 20 Eiern bei insgesamt 6—800 Eiern würde aber besagen, daß unter günstigen Verhältnissen die Ablagezeit sich über 30—40 Tage erstreckt. Da die Käfer besonders im Frühjahr bei Tage oftmals der direkten oder indirekten Sonnenwirkung ausgesetzt sind, so darf man die an den Wetterstationen im Schatten gemessenen Temperaturen nur sehr bedingt als Maßstab ansehen, sonst käme man z. B. in Deutschland mit normalen mittleren Maitemperaturen auf zu niedrige Werte. Zieht man dagegen den Einfluß der Sonnenbestrahlung in Betracht, so entspricht diese mehr theoretische Rechnung über die Dauer der Eiablage sehr weitgehend den tatsächlichen Verhältnissen. Der Rhythmus der Eiablage ist aus Abb. 20 zu ersehen. Man erkennt, daß (bei Zimmer-

temperatur) bei dem Weibchen a häufig Tage eingeschaltet wurden, an denen keine Eiablage stattfand, daß aber bei dem Weibchen b während der ganzen Legezeit kein Tag ohne Eiablage verging, und daß die täg-

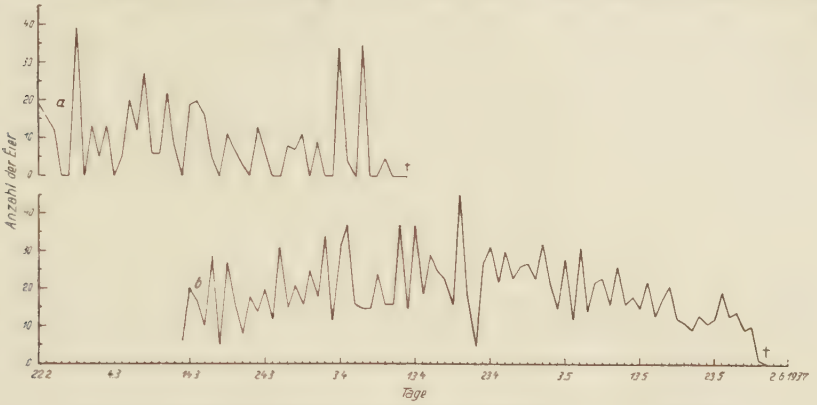


Abb. 20. Rhythmus der Eiablage von zwei *Ph. variabilis* (a + b) im aboratorium

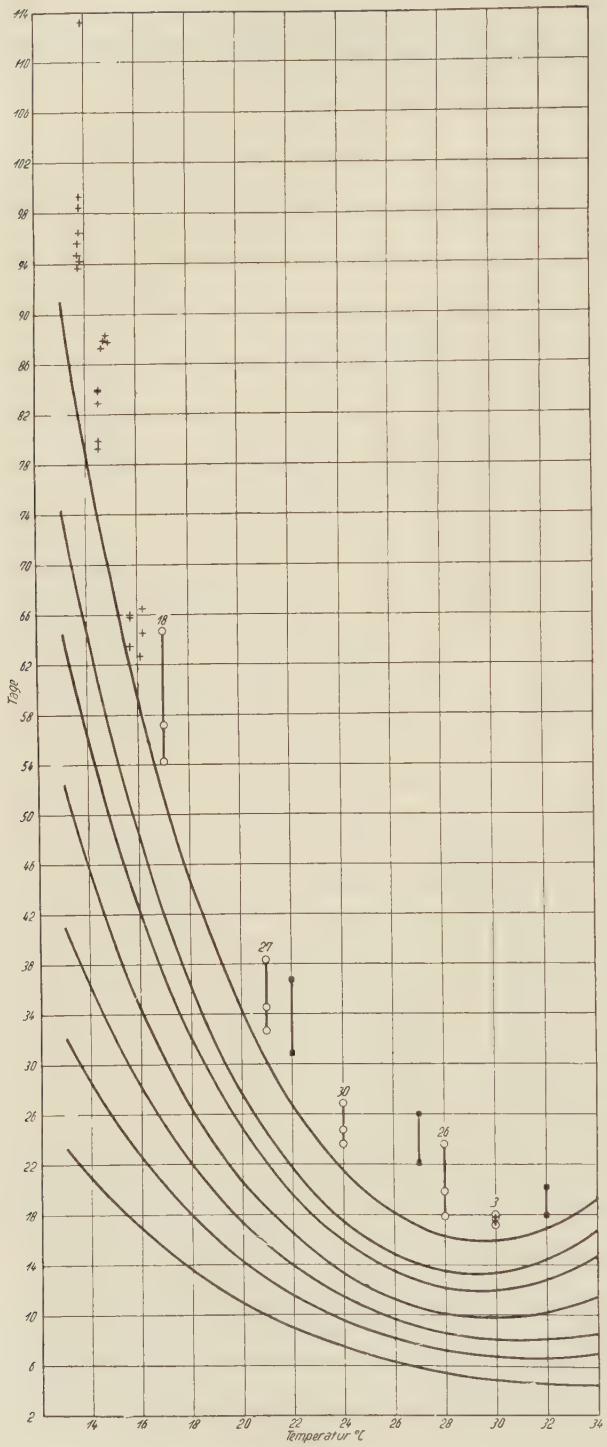
lichen Schwankungen verhältnismäßig gering waren. Bis etwa zur Mitte der Eiablageperiode erfolgte ein allmählicher Anstieg der durchschnittlichen Eizahlen und von da ab ein noch gleichmäßigerer langsamer Abfall bis zum Tode. Der tote Käfer enthielt noch sechs reife Eier im Ovar und die Legeperiode hatte im ganzen, trotz der hohen täglichen Durchschnittsleistung, über 2½ Monate angehalten.

8. Lebensdauer

Die normale Lebensdauer des Luzerneblattkäfers erstreckt sich von dem Schlüpfen der Jungkäfer im Hochsommer bis zum Ende der Eiablage im nächsten Frühjahr oder Sommer, währt also ein knappes Jahr. Daß einzelne Individuen länger leben und auch noch bis in den Herbst hinein Eier legen, wurde schon erwähnt (siehe S. 345). Es liegen jedoch keine Anhaltspunkte dafür vor, daß eine zweimalige Überwinterung vorkommt. Selbst in der Zucht unter ausgeglichenen günstigen Verhältnissen sterben die Käfer in der Regel spätestens im Sommer ab und die Männchen nicht selten etwas eher als die Weibchen.

F. Der jährliche Generationsablauf

Wenn man die große Masse des Schädlings ins Auge faßt, also von der Streuung absieht, die durch eine mehr oder weniger große, meistens aber recht geringe Zahl von Vorläufern und Nachzüglern verursacht wird, so gelangt man zu der Feststellung, daß der Käfer in seinem gesamten Verbreitungsgebiet den gleichen jährlichen Generationsablauf aufweist. Es treten nur zeitliche Verschiebungen auf, die in erster Linie durch die Temperaturen bedingt sind. Im besonderen ist es der Winter, dessen Anfang, Intensität und Dauer den Zeitpunkt der Winterruhe und den Beginn der Eiablage bestimmen. Die rein zeitliche Fixierung ist,



wenigstens für einen Teil der Käfer, nur recht gering. Vom November bis Ende März trifft man, unter deutschen Verhältnissen, auf dem Felde praktisch nur Käfer an, die sich in der Winterstarre befinden. Im April treten je nach Witterung die ersten Eiablagen auf und der Mai muß als Hauptlegemonat bezeichnet werden. Die Larvenzeit beginnt im Mai, hat ihren Höhepunkt jedoch erst im Juni und in Jahren mit einem kühlen Frühjahr bisweilen sogar erst im Juli. Der Hauptschadfraß findet dementsprechend in der Regel im Juni statt, kann sich aber bis in den Juli und manchmal sogar bis in den August hinein erstrecken. Im Juni und Juli findet man in der Regel die meisten Puppen. Das Absterben der Altkäfer beginnt in verstärktem

Abb. 21. Entwicklungsdauer bis zu den Abschnitten: Schlüpfen der Junglarve, Häutungen der Larven I—III, Übergang der Präpuppe, Verpuppung und Schlüpfen der Imago. (Die von Quadraten eingefaßten Säulen entsprechen den Ergebnissen für die Gesamtentwicklung nach Sweetman und Wedemeyer [1933]. Weitere Erklärung siehe Abb. 8 und im Text)

Maße im Juni, und das Schlüpfen der Jungkäfer hat seinen Höhepunkt normalerweise im Juli. Juni und Juli sind damit die beiden Monate, in denen man alle Stadien gleichzeitig auf dem Luzernefelde finden kann. Im August sind die Larven und selbst die Puppen in der Regel schon selten, und die Jungkäfer haben sich schon so verstreut und leben so versteckt, daß man sie, wie in den Monaten September und Oktober, nur zu Gesicht bekommt, wenn man nach ihnen sucht, obgleich ein nicht geringer Prozentsatz auf dem Luzernefelde selbst überwintert.

1. Die Dauer der Gesamtentwicklung

Die Ei-, Larven- und Puppenzeit der gesamten Population von *Phytonomus variabilis* erstreckt sich im Freiland im wesentlichen über die Monate Mai bis Juli. Dabei ist zu bedenken, daß die Eiablage alleine sich schon über 4—6 Wochen und mehr ausdehnen kann. Betrachtet man deshalb die Dauer der Gesamtentwicklung eines Individuums vom Ei bis zum Volltier, so kommt man natürlich zu etwas anderen Zeiträumen. Um diese Werte zu bestimmen, ist man auf das Experiment angewiesen, und auch hier ist es kaum möglich, das Schicksal eines Einzelwesens zu verfolgen und gleichzeitig die ständig wechselnden klimatischen Bedingungen des Freilandes nachzuahmen.

In der Abb. 21 sind die Kurven minimalster Entwicklungsdauer, wie sie für jedes Stadium getrennt auf den Seiten 329 und 330 schon gebracht wurden, summiert worden. Man gelangt auf diese Weise zu einer Kurve minimalster Gesamtentwicklungsdauer, die viel Theoretisches in sich birgt, weil nicht alle Tiere, die für die Berechnung der Einzelkurven herangezogen wurden, wirklich das Käferstadium erreicht haben. Diejenigen Tiere, die wirklich ihre ganze Entwicklung in der jeweiligen konstanten Temperaturstufe bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit durchlaufen haben, sind, wie in den früheren Kurven, durch Säulen dargestellt. Zum Vergleich sind außerdem noch die entsprechenden Werte eingetragen, die Sweetman und Wedemeyer (1933) festgestellt haben.

2. Die zeitliche Zuordnung zur Wirtspflanze

Wir haben in den vorhergehenden Abschnitten gesehen, daß der Lebensablauf des Luzerneblattnagers, insbesondere die Periode der Fortpflanzung und damit auch die Zeit des Schadfraßes der Larven, kalendermäßig nicht festgelegt ist, sondern weitgehend von den jeweiligen klimatischen Verhältnissen, vor allem des Frühjahres, abhängig ist. Es fragt sich jetzt, ob die Luzerne als Hauptwirtspflanze des Schädlings auf die Temperatur gleichsinnig reagiert, und damit Eiablage und Larvenfraß die Pflanzen immer im gleichen Wachstumsstadium treffen. Das ist ganz offenbar nicht der Fall und deshalb wirkt sich auch der

Schaden, den eine bestimmte Anzahl der Schädlinge verursacht, ganz verschieden aus.

Auf S. 347 wurde schon erwähnt, daß in bestimmten Gebieten und Jahren ein gewisser Prozentsatz an Eiern nicht in grüne Luzernestengel, sondern in die trockenen Stoppeln der Pflanzen oder auch in Gräser und Unkräuter abgelegt wird. Diese Tatsache ist so zu deuten, daß es den im Winterhalbjahr legenden Weibchen an grünen Luzernetrieben gemangelt hat. In diesen Fällen, die allerdings immer nur eine geringe Anzahl von Weibchen betreffen, ist gewissermaßen der Käfer der Pflanze in der Entwicklung vorausgeeilt. Wenn die Mehrzahl der Käfer zur Eiablage kommt, dann ist allerdings im gesamten Verbreitungsgebiet die Luzerne soweit im Wachstum vorangeschritten, daß genügend Triebe für die Eiablage vorhanden sind.

Die große Masse der Eier wird in jedem Falle im Frühjahr und in der Regel vor dem ersten Schnitt der Luzerne abgelegt. Darin stimmen alle bisherigen Beobachter überein, und das gilt auch für deutsche Verhältnisse. Es ist aber wesentlich, und praktisch wegen der Höhe des Schadens von größter Bedeutung, wann aus diesen Eiern die Larven schlüpfen und wie lange diese Larven bis zum ersten Schnitt Gelegenheit zum Fressen haben. In dieser Beziehung sind, beeinflußt durch das Frühjahrsklima, von Gebiet zu Gebiet und von Jahr zu Jahr große Schwankungen möglich. Ist das Frühjahrswetter kühl und feucht, so geht die Eiablage verzettelt und zögernd vor sich und erreicht ihren Höhepunkt Ende Mai oder erst im Juni. Die Luzerne wird zwar durch diese Witterung auch zurückgehalten, aber nicht in dem Maße wie der Schädling. Dieses Wetter hat dann zur Folge, daß in den kritischen 2—3 Wochen vor dem 1. Schnitt die Nachkommenschaft des Luzerneblattnagers sich in der Hauptsache noch im Eistadium befindet, während die aus den zeitig abgelegten Eiern schon geschlüpften Larven noch vornehmlich im 1. und 2. Stadium sind. Ältere Larven aber, die in erster Linie den Schaden verursachen, sind nur in geringer Anzahl vorhanden. Wird die Luzerne jetzt geschnitten, so wandert ein hoher Prozentsatz der Schädlingsbrut mit in das Heu und geht hier zugrunde. Es kann sein, daß bei dieser Wetterkonstellation die Zahl der legenden Weibchen zur Zeit des 1. Schnittes immer noch beträchtlich ist. Diese Tiere bleiben natürlich auf der Luzerne und belegen hier die jungen Triebe des 2. Schnittes. Die Entwicklung wird jetzt auch rascher verlaufen, da es inzwischen Juni geworden ist und damit die Temperaturen erheblich höhere Werte erlangt haben. Eine wesentliche Gefahr besteht für die Luzerne, die nun kräftig wachsen kann, in der Regel aber nicht mehr: Erstens geht die Legetätigkeit schon bald ihrem Ende entgegen und zum anderen sind gerade die hohen Temperaturen besonders in Verbindung mit Trockenheit und starker Sonneneinstrahlung eine nicht geringe Gefahr für die Eier und Larven. Nur wenn auch die Junitemperaturen relativ niedrig sind, besteht für den 2. Schnitt noch eine gewisse Gefahr.

Ganz anders liegen die Dinge, wenn das Frühjahr zeitig einsetzt und ohne längere Unterbrechungen warme und trockene Witterung vorherrscht. Die Masse der Käfer kann unter solchen Umständen schlagartig mit kräftiger Eiablage beginnen und die Embryonalentwicklung wird in relativ kurzer Zeit durchlaufen. Die gut gepflegte Luzerne wird zwar unter solchen Umständen ebenfalls zeitig in Gang kommen und freudig wachsen. Sie wird aber nicht so stimuliert wie die Käfer, und die Folge ist, daß die große Masse der Larven erscheint und sich weiter entwickeln kann, ehe die Luzerne schnittreif ist. Im ungünstigsten Falle erreichen sogar die meisten Larven noch das 3. und 4. Stadium vor der Schnittreife. Ist ihre Zahl groß genug, so kommt bei dem ungeheuren Nahrungsbedarf dann auch sehr bald der Zeitpunkt, wo die Tiere mehr Blattmasse fressen als zuwachsen kann. Die Luzerne kommt dann zunächst praktisch zu einem Wachstumsstillstand und von da an verringert sich das Kraut täglich in immer steigendem Tempo, bis schließlich im extremen Falle zur Schnittzeit fast nur noch die kahlen abgenagten Stengel dastehen. Solche Bilder sind zwar aus Deutschland so gut wie nicht bekannt, kommen aber nach amerikanischen Berichten in den Vereinigten Staaten gar nicht selten vor. Wird derartig stark besonders auch mit älteren Larven besetzte Luzerne geschnitten, so entgeht ein weit größerer Teil der Nachkommenschaft der Vernichtung, als bei zeitigem Schnitt oder verzögerter Entwicklung des Blattnagers. Etliche Larven haben sich schon verpuppt und die Puppen bleiben in den Stoppeln. Alle älteren Larven aber verlassen das Heu und kriechen an die jungen Triebe. Sie können hier noch erheblichen Schaden verursachen und den zweiten Schnitt um Wochen verzögern und damit die Gesamternte weiterhin beträchtlich vermindern. Dieser Schaden und auch der Prozentsatz der überlebenden Tiere wird um so größer sein, je weniger die Larven und Puppen extremer Wärme und Trockenheit in der Zeit ausgesetzt sind, wo die Erdoberfläche infolge des fehlenden Pflanzenwuchses nur wenig beschattet ist.

Zwei Jahre, in denen bei recht verschiedener Frühjahrswitterung der Schaden sich diesen beiden Extremen entsprechend auswirkte, wurden im einzelnen von Wakeland (1925) einander gegenübergestellt. Seine Betrachtung zeigt, daß die Unterschiede sich nicht nur auf die Höhe, sondern weitgehend auch auf den Zeitpunkt des Schadens erstrecken können.

Die hier besprochene zeitliche Zuordnung des jährlichen Generationsablaufs von *Phytonomus variabilis* zu seiner wichtigsten Wirtspflanze läßt erkennen, daß das Wechselspiel zwischen Schädling und Brutpflanze unter dem Einfluß klimatischer Faktoren zugleich wichtige Grundlagen für das Massenauftreten und auch für die Bekämpfung liefert. Wir werden auf diese Verhältnisse infolgedessen in anderem Zusammenhange nochmals zurückkommen müssen.

Rein zeitlich gesehen dürfen wir aber das bisherige Ergebnis folgendermaßen zusammenfassen: Der wichtigste und für die Massen-

vermehrung entscheidende Abschnitt im Generationsablauf des Schädlings fällt in das Frühjahr und damit in die Wachstumszeit des ersten Luzerneschnittes. Käfer und Luzerne reagieren auf die Temperatur verschieden. Der Höhepunkt der Eiablage fällt alljährlich in die erste Wachstumsperiode der Luzerne. Der Larvenfraß wirkt sich aber um so mehr auf den 1. Schnitt aus, je zeitiger und wärmer das Frühjahr ist. Er trifft dagegen den 2. Schnitt um so stärker, je mehr Altlarven im Augenblick des 1. Schnittes vorhanden sind und je ungünstiger die Wachstumsbedingungen für den 2. Schnitt sind. Der Fraß der Jungkäfer fällt in der Hauptsache in die Wachstumszeit des 2. Schnittes, bleibt aber in der Regel ohne große praktische Bedeutung.

3. Die Anzahl der Generationen

An anderer Stelle (siehe S. 345) wurde schon erwähnt, daß *Phytonomus variabilis* nach Angaben der meisten Autoren nur eine Generation im Jahre durchläuft. Die wenigen im Hochsommer, Herbst oder Winter vorgefundenen Eier und Larven wurden als Nachzügler aufgefaßt. Nur in einzelnen klimatisch besonders begünstigten Teilen des Staates Kalifornien beginnt nach Essig und Michelbacher (1933) offenbar schon ein geringer Teil der Jungkäfer vor Winter mit der Eiablage, und diese Autoren glauben auch, daß nicht nur die Eier, sondern auch ein Teil der Larven und Puppen den kalifornischen Winter überdauern kann. Nach Angaben von Telenga und Jachontow (zitiert bei Stshegolev und Mitarbeitern [1937]) hat der Schädling auch in Usbekistan eine volle und eine zweite fakultative Generation. Es überwintern in diesem Falle aber nur die Eier, während die Larven den Wintertemperaturen erliegen. Die Meinung von Reeves und Mitarbeitern (1916), daß ungefähr 50 % der Weibchen der neuen Generation ab Mitte Oktober etwa 4 Wochen lang Eier vornehmlich in trockene Stengel ablegen, und daß ein gut Teil der aus diesen Eiern schlüpfenden Larven sich an dem Frühjahrsfraß beteiligt, wird sich aber wohl kaum aufrecht erhalten lassen. Unter den in Deutschland herrschenden klimatischen Bedingungen dürfte jedenfalls eine Überwinterung im Larven- oder Puppenstadium als ausgeschlossen gelten. Wenn hier aber trotzdem nochmals die Frage nach der jährlichen Anzahl der Generationen aufgeworfen wird, so gibt das eigenartige Verhalten einzelner Käferweibchen in der Laboratoriumszucht dazu Veranlassung.

Wenn man Käfer des Freilandes oder aus der künstlichen Überwinterung ins Laboratorium bringt und dort mit Luzerne ernährt, so beginnen die Tiere auch im Dezember, Januar oder Februar in der Regel schon bald mit der Eiablage. Das wurde bereits erwähnt (S. 342) und ist auch von anderen Forschern schon ausgeführt worden. Die erhaltenen Jungkäfer machen zunächst einen längeren Reifungsfraß durch und sind in dieser Zeit lichtstrebig. Dann kommt aber ein Zeitpunkt, wo sie die Nahrung verweigern und die dunkelsten Winkel im Zuchtgefäß aufsuchen. Die Tiere haben dann ganz offenbar das Bestreben, eine Ruhe

periode durchzumachen, die unter normalen Freilandverhältnissen mit der Winterruhe zusammenfällt. Die bisher lichtstrebigen Tiere sind jetzt ausgesprochen negativ phototrop und bilden oft dichte Ansammlungen unter dem Papier oder an anderen dunklen Stellen. Behält man sie trotzdem im Laboratorium, so wird zwangsläufig die Nahrung gelegentlich wieder aufgesucht und angenommen, die hohe Sterblichkeit zeigt aber deutlich an, daß die Käfer sich unter unnatürlichen Verhältnissen befinden. Von diesem Verhalten weicht nun interessanterweise ein geringer Prozentsatz Weibchen ab. Bei ihnen setzt schon nach einer relativ kurzen Zeit eine Entwicklung der Gonaden ein und nach erfolgter Begattung beginnen diese Tiere mit der Ablage normaler Eier. Im einzelnen konnten folgende Beobachtungen gemacht werden: Im Dezember und Januar wurden Käfer dem Winterquartier entnommen und im Laboratorium mit Luzerne als Futter angesetzt. Die Eiablage begann nach kurzer Zeit und wurde regelmäßig fortgeführt. Diese Eier wurden für Temperaturversuche benutzt und in verschiedenen Stufen zwischen 17 und 30 ° C angesetzt. Die erhaltenen Jungkäfer wurden in verschiedenen Sammelschalen neu angesetzt, darunter eine Zucht, deren älteste Käfer am 18. Mai geschlüpft waren. Bis zum 27. Mai wurde die Zucht laufend beschickt, bis im ganzen 18 Tiere vorhanden waren. Am 30. Mai wurde die erste Kopula beobachtet, obgleich die ältesten Käfer erst 12 Tage alt waren. Eine Untersuchung am gleichen Tage ergab, daß auch schon Eier abgelegt waren und damit die zweite Generation im gleichen Jahre begonnen hatte. Am 3. Juni wurden 2 Pärchen und am 4. Juni sogar 3 Pärchen in Kopula angetroffen und bis zum 24. Juni waren fast täglich Eier vorhanden. Diese wurden also zu einer Zeit abgelegt, als im Freilande die überwinterten Käfer mit der Eiablage beschäftigt waren. Von den Eiern wurde eine erhebliche Anzahl bis zum Käfer zum Teil wieder bei konstanten höheren Temperaturen durchgezogen. Die ersten Jungkäfer 2. Generation erschienen ab 27. Juni. Diese im Laboratorium aufbewahrten Tiere machten einen verzettelten Reifungsfraß von mehreren Monaten durch und begannen dann, sich in der Zuchtschale an dunklen Stellen zu verkriechen. Diese Zucht wurde auch weiterhin im Laboratorium bei Zimmertemperatur aufbewahrt, um festzustellen, wann bei diesen Käfern Kopula und Eiablage beginnen würde. Ein verhältnismäßig hoher Prozentsatz vertrug den dauernden Aufenthalt bei Zimmertemperatur jedoch nicht und ging zugrunde. Am 8. November konnte das erste Eigelege gefunden werden, dem dann bald weitere folgten. Die Eiablage dieser Tiere hielt dann, allerdings mit mehr oder weniger großen Unterbrechungen, bis Mitte Mai des nächsten Jahres an. Die Zuchten haben also ergeben, daß unter bestimmten Umständen die Jungkäfer nach einem kurzen, knapp 14tägigen Reifungsfraß mit einer normalen Fortpflanzung beginnen können und daß innerhalb eines Jahres, ja sogar innerhalb von 6—7 Monaten ohne Überwinterung zwei Generationen durchlaufen werden können.

Es wurde schon erwähnt, daß dieses Ergebnis für deutsche Klimaverhältnisse praktisch keine Bedeutung hat. Ob es in klimatisch gün-

stigeren Gebieten vorkommt, daß schon im Sommer nach einem kurzen Reifungsfraß ein kleiner Prozentsatz der Käfer erneut zur Fortpflanzung und damit zur Bildung einer zweiten Generation schreitet, bedarf der Nachprüfung. Für Kalifornien wird es von Michelbacher und Essig (1934 a, 1935) vermutet, da die Larven in einer zweigipfeligen Kurve auftreten. Diese beiden Autoren fanden auch frisch geschlüpfte Käfer mit noch weichen Flügeldecken im März. Ein namhafter Prozentsatz wird es in den meisten Staaten kaum sein, sonst wären diese Tiere den vielen gründlichen Untersuchungen wohl kaum entgangen (vgl. z. B. Snow [1928]).

Ein II. Teil folgt

(Aus dem Entomologischen Seminar der Universität Rostock)

Sterblichkeit und Wachstum der Kiefernspannerraupe bei Futter aus Reinbeständen und aus Mischwald

Von

Fritz P. Müller, Rostock

(Mit 2 Abbildungen, 1 Tabelle und 1 Kurve)

1. Einleitung

Wie verschiedene Rassen einer Pflanze für einen Schädling oft nicht gleich stark anfällig sind, so scheint in manchen Fällen auch die Herkunft des pflanzlichen Futters von verschiedenen Standorten ein unterschiedliches Gedeihen einer daran fressenden Art hervorzurufen. Diese Erscheinung wurde von Größwald sehr deutlich bei *Lophyrus pini* (an Kiefer) und bei der Nonne (an Fichte) beobachtet. *Lophyrus*-Larven vertrugen das Futter vom Standort ihrer Eltern recht gut, während anderes, mit dem Auge kaum davon zu unterscheidendes, das aber von einer anderen Stelle geholt worden war, eine hohe Sterblichkeit bedingte. Daß vor allem aber der Ernährungszustand der Futterpflanze eine Bedeutung für die Stärke des Befalls mit gewissen Schädlingen haben kann, wurde schon von Ratzeburg beobachtet. Nach ihm muß die Nahrung für das Insekt „geeignet" sein. „Geeignet nennt man sie, wenn sie der Natur der Raupe am meisten zusagt. Einmal können wir ihre geeignete Beschaffenheit in der Örtlichkeit, auf welcher das Holz sich befindet, suchen, alsdann aber auch in einer temporären, durch ungünstige Witterungseinflüsse herbeigeführten Umstimmung der Vegetation." Ratzeburg führt zahlreiche Beispiele an, wobei kränkelnde und auf schlechtem Boden wachsende Waldbestände von Schadinsekten besonders bevorzugt werden. Als solche Insekten werden *Lophyrus pini*, *Hylobius abietis*, *Agrilus viridis*, *Grapholitha bouoliana*, *Coleophora laricella*, *Dendrolimus pini*, *Cnethocampa pinivora*, *Bupalus piniarius* bezeichnet. Die Bevorzugung schwächlicher Bäume gilt nach E. Hofmann ganz allgemein für Lepidopterenraupen. Minierer und Gallenerzeuger (also Schmetterlings-, Käfer-, Fliegen- und Blattwespenlarven) kommen nach Hering an ver-

kümmertem Futter häufiger vor als an üppigem Futter, und hier muß diese Bevorzugung durch Unterscheidungsvermögen beim eierlegenden Weibchen zustandekommen. Bei der Eignung des Futters scheint auch dessen Saftzustand eine bedeutende Rolle zu spielen. Kränkelnde, auf schlechtem Boden wachsende und der Sonne zu sehr ausgesetzte Pflanzen haben häufig einen geringeren Wassergehalt als ihre üppig gedeihenden Artgenossen. Hering weist darauf hin, daß saftreiches Futter in gewisser Weise schädlich werden kann; oft erkranken Raupen, wenn man ihnen das Futter, um es länger frisch zu erhalten, in Wasser gestellt vorsetzt. Nach Standfuß leben die Raupen von *Simyra nervosa* F. und *Acronycta abscondita* Tr. stets auf den verkümmerten Pflanzen von *Euphorbia cyparissias* und *Rumex acetosella*, und *Plusia cheiranthi* Tausch. kommt immer auf solchen *Thalictrum*-Stauden vor, die in der Sonne stehen. Im Schatten stehende *Thalictrum*-Pflanzen sind immer üppiger und saftreicher und liefern als Futter verwendet schlechte Zuchtresultate. Bei der Seidenraupenzucht ist ebenfalls mageres Futter vorzuziehen, weil die Verwendung saftstrotzender Blätter leicht Krankheiten und Sterblichkeit zur Folge hat. Das gilt sowohl für den Maulbeerbaum (nach Bock und Pigorini) als auch für die *Scorzonera hispanica* L., weshalb für deren Kultur zur Blattgewinnung Dammer magere Böden als die geeignetsten ansieht.

Auch vom Kiefernspanner wird berichtet, daß diese Raupen am häufigsten in ausgesprochen schlechtwüchsigen Beständen auf geringen Böden fressen. Wolff erwähnt in seinem Buche über den Kiefernspanner eine Bedeutung des Ernährungszustandes für das Auftreten des Spanners als möglich. Escherich möchte mit F. Eckstein diese Frage jedoch vorerst verneinen, denn gerade dem Kiefernspanner bieten die trockenen Reinkiefernwälder eine große Zahl der für seine Entwicklung günstigen Faktoren, wie z. B. Beschaffenheit des Bodens, der Bodenstreu und der lebenden Bodendecke, geringen Unterwuchs, Trockenheit und Wärme. Escherich schreibt: „Wenigstens gibt uns die Biologie des Spanners, soweit sie uns bekannt ist, keine Anhaltspunkte dafür, während wir aber andererseits wissen, daß die Bodenverhältnisse, die die Ursache der Schlechtwüchsigkeit sind, die Entwicklung des Spanners stark begünstigen. Der schlechte Ernährungszustand der Bäume und die Spannergradation hängen also wohl nur insofern zusammen, als beiden die gleichen Ursachen (trockene, arme Böden) zugrunde liegen."

In Anbetracht dieser ineinandergreifenden Faktoren ist die Prüfung der Wirkung verschiedenen Futters auf die Entwicklung der Kiefernspannerraupe nur durch das Experiment möglich. Gegenüber den schlechtwüchsigen trockenen Reinbeständen bietet der Mischwald der Kiefer ganz andere Wachstumsbedingungen, vor allem in bezug auf das Klima, die Pflanzengemeinschaft und die durch diese beiden Faktoren mitbedingten Bodenverhältnisse. Tatsächlich fand ich auch deutliche Wuchsunterschiede

(siehe unten). Da der Mischwald eine Schutzwirkung gegen die Übervermehrung des Kiefernspanners hat, war es angebracht, zu untersuchen, ob bei dieser Immunität die Art des Futters maßgebend beteiligt ist. Zur Prüfung dieser Frage mußte eine große Menge Raupen zur einen Hälfte mit Nadeln aus Reinbeständen und zur anderen Hälfte mit Kiefernfutter aus Mischwald gezogen werden. Da das Jahr 1937 eine stärkere Vermehrung von *Bupalus piniarius* in Mecklenburg gebracht hatte, konnten in dem darauf folgenden Frühjahr genügend Puppen zur Durchführung einer solcher Massenzucht gesammelt werden.

Die Anregung zu dieser Arbeit stammt von Herrn Prof. Friederichs, sie wurde mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

2. Methode und Material

Als geeignet für die Durchführung dieser Untersuchung erwies sich das Revier Neumühle (Mecklenburg, Forstamt Neukloster), in dem sowohl Mischwald als auch Kiefernreinbestände mit teilweise sehr starkem

Abb. 1

Spannerbefall vorhanden sind. Hier wurde im Walde ein Aufzuchtraum errichtet, dessen Wände aus $^1/_2$ zölligem Drahtgeflecht bestanden, damit Vögel ferngehalten wurden und Luft und Licht freien Zutritt hatten (Abb. 1). Durch ein Segeltuchdach waren die Zuchten vor Regen geschützt. Das Aufziehen einer so großen Menge Kiefernspannerraupen geschah zweckmäßig mittels Fiskescher Raupenzuchtrahmen. Diese erwiesen sich in diesem Falle als außerordentlich brauchbar. Da vornehmlich die jüngeren

Bupalus piniarius-Raupen stark positiv phototaktisch sind, ist es sonst schwer, sie ohne größere Mühe auf dem Futter zu halten. In Gläsern gehaltene jüngere Stadien z. B. krochen immer zu einem großen Teil an die Wände. Dies dürfte aber ein ungleichmäßiges Fressen zur Folge haben, was gerade bei dieser Untersuchung peinlichst zu vermeiden war. In den Fiskeschen Raupenzuchtrahmen dagegen wurde ein stärkeres Fortkriechen von der Nahrung, solange diese frisch war, niemals beobachtet. Hierfür scheinen zwei Gründe vorzuliegen. Erstens bildeten die dunklen Kiefernnadeln gegen den aus weißem Nesselstoff bestehenden Boden der Zuchtkästen einen scharfen Helligkeitskontrast und zogen dann die Bewegung der Raupen vorzugsweise auf sich. Nach Hundertmark wurden dunkle Pfähle auf hellem Hintergrund von Eiräupchen der Nonne (*Lymantria monacha* L.) angesteuert. Zweitens befanden sich die Zuchten in diffusem Licht, da sie mitten im Walde aufgestellt waren und auch das Segeltuchdach eine direkte Beleuchtung ausschloß. Auf diese Weise war von vornherein die Orientierung der Raupen nach einer bestimmten Strahlungsrichtung erschwert. Im übrigen fand ich die flache und einfache Form der Fiskeschen Raupenzuchtrahmen wegen der damit verbundenen Übersichtlichkeit sehr praktisch, vor allem beim Erneuern des Futters und beim Entfernen etwa eingedrungener Wanzen, Ohrwürmer, Spinnen und anderen Getiers. Meine Zuchtkästen hatten eine Weite von 70×70 cm und eine Höhe von 14 cm. Die am oberen Rand nach innen vorspringende Leimleiste war 7 cm breit und konnte selbst von den größten Raupen nicht überwunden werden. Ein Festkleben, auch von Tieren jüngeren Stadiums, wurde so gut wie gar nicht beobachtet. In jeden dieser Rahmen wurden 200 Räupchen kurz nach dem Schlüpfen eingesetzt. Ein zu starker Besatz war zu vermeiden, da gegenseitiges Stören ein beträchtliches Abwandern der Raupen zur Folge hat. Für jede der beiden Fütterungsserien wurden 2200 Raupen auf 11 solcher Zuchtrahmen verteilt. Für den Versuch standen also insgesamt 4400 Raupen zur Verfügung. Diese Zahl wurde als genügend hoch erachtet.

Das Zuchtmaterial stammte zu gleichen Teilen aus dem Revier Neumühle und dem Stadtforst Waren. Es waren im März und im April 1938 Puppen gesammelt worden; die ausschlüpfenden Falter wurden auf eingebeutelten Kiefernzweigen am Baum zur Eiablage gebracht. Die Eier kamen dann zum Schlüpfen in Gläser, von wo die Räupchen kurze Zeit nach ihrem Erscheinen in die Zuchtrahmen überführt wurden.

Das Futter wurde je nach Bedarf in Abständen von 1—3 Tagen erneuert. In den meisten Fällen wurde schon nach einem Tage gewechselt, vor allem bei warmer Witterung. Da ein freiwilliges Überkriechen nur in geringem Maße standfand, wurden die Nadeln der verbrauchten Zweige mit den darauf sitzenden Raupen abgezupft und auf das neue Kiefernmaterial gelegt. Durch rasches Vertrocknen der alten Nadeln wurden dann die Larven zum Hinüberwandern veranlaßt. Diese Methode erwies sich hierfür als die brauchbarste, weil dabei sämtliche Tiere gleichmäßig erfaßt wurden.

Die Versorgung der Raupen erfolgte meist durch den Verfasser allein ohne Hilfspersonen; die Bestände, aus denen das Futter zu holen war, lagen 2 km auseinander und je $1^1/_2$ km von dem Aufzuchtraum entfernt. Die an keinem Tage unterbrochene Arbeit dauerte durchschnittlich 8—9 Stunden täglich (für andere Versuche wurden noch weitere 1200 Raupen gezüchtet). Bedenkt man, daß zur Versorgung einer Seidenraupenzucht während der stärksten Freßzeit der Raupen mehrere Personen gehören und daß die Manipulationen dabei einfacher sind, so erhellt daraus der Umfang der für die Aufzucht der Kiefernspannerraupen erforderlichen Arbeitsleistung; diese Feststellung dürfte für etwaige spätere ähnliche Untersuchungen von Wert sein.

Die Kiefern, von denen das Futter genommen wurde, waren sowohl im Reinbestand als auch im Mischwald gleichalterig (etwa 50jährig) und standen in beiden Fällen auf leichtem Sandboden. Der reine Kiefernwald war bei der letzten Spannerkalamität 1927/28 sehr heimgesucht worden und wies auch in diesem Jahre einen stärkeren Befall auf. Die Bodenbedeckung bestand aus kurzem Moos und nicht viel Gras. Ganz ver-

Abb. 2

einzelt, jedoch nur an tieferliegenden Stellen, waren *Rubus* und Farne zu finden. Der Bestand war ausgesprochen schlechtwüchsig. In dem 2 km davon entfernten Mischwald wurde überhaupt kein Falterflug beobachtet. Die Kiefern standen hier mit Buche, Hasel und Fichte zusammen. An niederen Pflanzen herrschten hier Farne (*Pteridium aquilinum* vor allem) und reichlich *Lonicera* vor.

Auffallend waren die Unterschiede zwischen den Kiefernzweigen und -nadeln der beiden Standorte (Abb. 2). Die Zweige aus dem Mischwald erwiesen sich durchweg bedeutend lockerer und weitläufiger verzweigt als im anderen Falle. Besonders die Nadeln waren sehr unterschiedlich. Die aus dem Mischwald erwiesen sich viel zarter, dünner und weniger

xeromorph. Dies steht offenbar mit der hier auftretenden höheren Luftfeuchtigkeit im Zusammenhang.

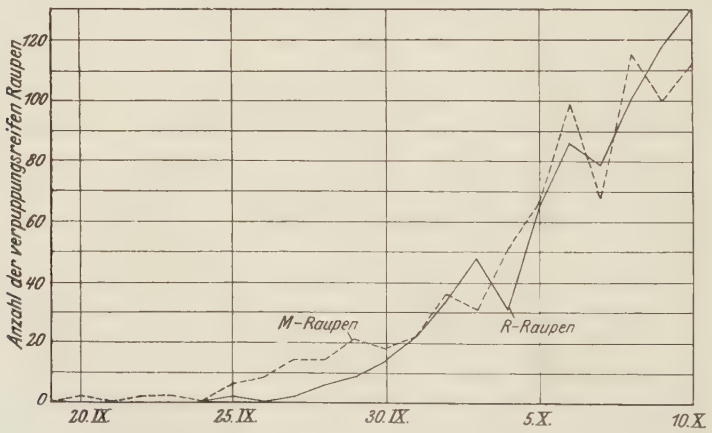
Im folgenden wird das Futter aus dem Reinbestand als R-Futter, das aus dem Mischwald mit M-Futter bezeichnet, die Zuchttiere als M- und R-Raupen bzw. Puppen.

3. Wachstum der Raupen

Schon ganz kurze Zeit nach dem Einsetzen zeigte sich bei den mit M-Futter versorgten Raupen eine raschere Größenzunahme. Das kann nur darauf beruhen, daß die Nadeln aus dem Mischwald infolge ihrer zarteren Beschaffenheit den schwachen Mundwerkzeugen der jüngeren Stadien besser zugänglich sind.

Es wurde beobachtet, daß das M-Futter rascher vertrocknete. Diese Fehlerquelle wurde durch häufiges Erneuern der Nahrung so weitgehend wie möglich beseitigt. Sie hätte sich allerdings auf das Wachstum der in Frage kommenden Larven eher im umgekehrten als in dem beobachteten Sinne auswirken müssen.

Vor allem in der ersten Augusthälfte war der erwähnte Wachstumsunterschied sehr ins Auge fallend. Am 8. August waren an dem R-Futter 3. Larvenstadien nur ganz vereinzelt zu sehen, während sie am M-Futter (nach Schätzungen) etwa 50% ausmachten. Bei der Weiterentwicklung wurde der Vorsprung der letzteren aber immer undeutlicher. Besonders während des letzten (5.) Larvenstadiums wurde er von den Raupen, die R-Futter erhielten und dieses jetzt mit ihren stärkeren Mundteilen besser bearbeiten konnten, weitgehend eingeholt. Bei Beginn der Verpuppungsreife war das Vorauseilen des Wachstums nur noch wenig sichtbar (siehe Kurve). Zur Feststellung etwaiger Größenunterschiede, bedingt durch verschiedenen Ernährungszustand, wurden aus beiden Versuchsserien gewonnene Puppen gewogen und miteinander verglichen. Dabei war das Durchschnittsgewicht



Beginn der Verpuppung. —— R-Raupen, — — — M-Raupen

(Mittel aus 600 Puppen) von 100 Stück M-Puppen 12,59 g gegenüber 12,32 g bei den R-Puppen. Der geringe Betrag, um den erstere schwerer sind, ist bedeutungslos und zeigt an, daß die Wachstumsunterschiede der jüngeren Stadien praktisch später wieder eingeholt worden waren.

Im großen ganzen waren Wachstum und Entwicklungsgeschwindigkeit der Versuchsraupen normal. Da die Zuchten in einem schattigen Mischwald aufgestellt waren, wuchsen die Raupen während der heißen Juli- und Augusttage langsamer als in der Natur, im September dafür aber viel schneller, da sie vor Wind und Wetter weitgehend geschützt waren.

Die Verpuppung erfolgte ein wenig früher als in der Natur. Die verpuppungsreifen Raupen verließen das Futter und krochen aufgeregt auf dem Leinewandboden der Zuchtrahmen umher. Da sie sich auch gestaltlich durch Verkürzung und deutliches Hervortreten der Segmentgrenzen von den noch fressenden Larven unterscheiden, konnten sie jeden Tag abgesammelt und ihre Zahl zum Vergleich der beiden Fütterungsserien miteinander verglichen werden (siehe Kurve).

4. Sterblichkeit der Raupen

Die Sterblichkeit war bei den Raupen beider Versuchsserien fast die gleiche. Bei den mit Nadeln aus dem Mischwald ernährten Tieren war sie sogar um einen kleinen, allerdings nicht ins Gewicht fallenden Betrag niedriger. Ein größerer Verlust durch Absterben war vorwiegend während der beiden ersten Larvenstadien spürbar. Die größeren Raupen erwiesen

Tabelle

Ergebnisse der Massenzucht von Kiefernspannerraupen

Mit Mischwaldfutter			Mit Futter aus Reinkiefernwald		
Zuchtkasten Nr.	Verpuppungsreife Raupen aus 200 Eiräupchen	in %	Zuchtkasten Nr.	Verpuppungsreife Raupen aus 200 Eiräupchen	in %
M 1	146	73	R 1	171	85,5
M 2	153	76,5	R 2	156	78
M 3	128	64	R 3	144	72
M 4	139	69,5	R 4	131	65,5
M 5	129	64,5	R 5	159	79,5
M 6	166	83	R 6	148	74
M 7	159	79,5	R 7	122	61
M 8	152	76	R 8	133	66,5
M 9	103	51,5	R 9	102	51
M 10	105	525,	R 10	102	51
M 11	146	73	R 11	131	65,5
Insgesamt Überlebende von 2200: 1526 = 69,36 %			Insgesamt Überlebende von 2200: 1499 = 68,14 %		

sich als recht widerstandsfähig. Verpilzte oder verjauchte Raupen wurden trotz der feuchten und kühlen Lage der Versuchsstelle nur sehr selten beobachtet. Die toten Raupen waren zumeist solche, die deutlich im Wachstum zurückgeblieben waren. Infolge der guten Entwicklung der M-Raupen wurde bei diesen auch keine höhere Sterblichkeit erwartet.

Obwohl die Massenzucht im schattigen Mischwald und somit unter anderen klimatischen Bedingungen als am Ort der Übervermehrung des Kiefernspanners stattfand, sind die Zuchtergebnisse mit 70% bis zur Verpuppung gekommenen Raupen als sehr gut zu bezeichnen. Das wurde in erster Linie durch die außerordentlich brauchbare Methode ermöglicht. Friederichs und Steiner zogen Kiefernspannerraupen in Beuteln auf und gewannen damit nur 19% Puppen. Bei meinen Versuchen gingen außerdem nur ganz vereinzelt (2%) Tiere bei der Verpuppung zugrunde.

Das Gesamtergebnis läßt zwei Hauptfolgerungen zu:

1. Futter aus Mischwald ist anfänglich sogar günstiger für die Raupen, in der Gesamtentwicklung aber gleich günstig wie Futter aus Reinkiefernwald. Es kann demnach die Schutzwirkung des Mischwaldes nicht darauf beruhen.

2. Obgleich die Raupen in dem Klima eines Mischwaldes aufgezogen wurden, war der Vermehrungsquotient der aufgezogenen Kiefernspannergeneration bis zur Vollendung des Raupenstadiums etwa 35. Die Möglichkeit, daß er im Reinbestand noch höher gewesen wäre, ist zwar nicht ausgeschlossen, aber das Ergebnis weist entschieden in die Richtung, daß, wie das Futter im Mischwald keine die Massenvermehrung des Kiefernspanners verhindernde Lebensbedingung ist, so auch das Bestandsklima darin keine solche zu sein scheint. Die Schutzwirkung des Mischwaldes muß also, soweit man das Ergebnis eines, wenn auch umfangreichen Versuches verallgemeinern darf, in anderen Faktoren bzw. bei einem anderen Lebensstadium des Kiefernspanners gesucht werden.

Schriftenverzeichnis

Bock, F., und Pigorini, L., Die Seidenspinner. Technologie der Textilfasern (herausgegeben von R. O. Herzog und F. Oberlies) VI. Band, 1. Teil. Berlin 1938.

Dammer, U., Über die Aufzucht der Raupe des Seidenspinners mit den Blättern der Schwarzwurzel. Frankfurt a. O. 1916.

Eckstein, F., Zoologisch-meteorologische Studien. 1. Mitteilung: Über den Einfluß von Standort und Klima auf die Gradation des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.). Zeitschr. f. ang. Entomologie 1923, 9, H. 2.

Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas 3. Band. Berlin 1931.

Friederichs, K., und Steiner, P., Über Nachwirkungen der Begiftung des Kiefernspanners. Zeitschr. f. ang. Entomologie 1930, 16, H. 1.

Gößwald, K., Physiologische Untersuchungen über die Einwirkungen ökologischer Faktoren, besonders Temperatur und Luftfeuchtigkeit, auf die Entwicklung von *Diprion (Lophyrus) pini* L. zur Feststellung der Ursachen des Massenwechsels. Zeitschr. f. ang. Entomologie 1936, 22, H. 3.

Hering, M., Biologie der Schmetterlinge. Berlin 1926.
Hofmann, E., Die Raupen der Großschmetterlinge Europas. Stuttgart 1893.
Howard, L. O., und Fiske, W. F., The Importation into the United States of the Parasites of the Gipsy Moth and the Brown-Tail Moth. U. S. Department of Agriculture, Bureau of Entomology, Bulletin Nr. 91. Washington 1911.
Hundertmark, A., Helligkeits- und Farbunterscheidungsvermögen der Eiraupen der Nonne (*Lymantria monacha* L.). Zeitschr. f. vergl. Physiologie 1937, 24, H. 1.
Ratzeburg, J. T. C., Die Waldverderber und ihre Feinde. 4. Aufl. Berlin 1856.
— — Die Forstinsekten. 2. Teil: Die Falter. Berlin 1840.
— — Die Waldverderbnis. Berlin 1866.
Standfuß, M., Handbuch der palaearktischen Großschmetterlinge. Jena 1896.
Wolff, M., Der Kiefernspanner. Berlin 1913.

Referate

Einzelreferate

Trägardh, Ivar, Sveriges Skogsinsekter. Zweite, umgearbeitete Auflage. 508 Seiten und 570 Abbildungen im Text. Stockholm, Hugo Gerbers Förlag, 1939.

Von dem ausgezeichneten Trägardhschen Lehrbuch der schwedischen Forstinsekten ist eine Neuauflage notwendig geworden. Dieselbe ist beinahe doppelt so stark geworden als die erste und die Abbildungen sind beinahe um das Dreifache vermehrt. Dieses Anwachsen des Umfangs und der Bebilderung ist einmal durch den gewaltigen Fortschritt unserer Wissenschaft in den letzten 25 Jahren veranlaßt und sodann durch die großen Erfahrungen, die der führende schwedische Forstentomologe während dieses Zeitraums gemacht hat und die nun in die Neuauflage eingearbeitet sind. Um die Art und Weise der Vermehrung und der Umgestaltung des Werkes kennenzulernen, braucht man nur z. B. das Kapitel über die Cerambyciden zu betrachten, das von 8 auf 50 Seiten und von 18 auf rund 70 Einzelfiguren vermehrt wurde (durch Einfügung einer Bestimmungstabelle, durch ausführliche Behandlung des auch in Schweden zu einer schweren Kalamität gewordenen „Hausbockes" usw.). Das Werk zeugt von dem hohen Stand der Forstentomologie in Schweden und sein Erscheinen wird überall in den forstentomologischen Kreisen mit Freuden begrüßt. Es wird auch den deutschen Forstentomolgen sehr wertvolle Dienste leisten. K. E.

Weyer, Fritz, Die Malaria-Überträger. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Anophelesarten, mit Angaben über Verbreitung, Brutgewohnheiten, Lebensweise und praktische Bedeutung. Mit Geleitworten von Prof. Dr. P. Mühlens und Prof. Dr. E. Martini. 136 Seiten mit 15 Abbildungen. Leipzig, Georg Thieme Verlag, 1939. Preis gebunden 9,80 RM.

Bis jetzt fehlte dem deutschen Schrifttum eine zusammenfassende Darstellung der wichtigsten Malariaüberträger nach der systematischen, bionomischen und hygienischen Bedeutung. Diese Lücke wird durch das vorliegende Weyersche Buch in der denkbar besten Weise ausgefüllt. Nach einem kurzen allgemeinen Teil über Methodik usw. wird eine Übersicht über die wichtigsten Malarialänder und ihre Überträger gegeben und sodann im Hauptteil die einzelnen Arten eingehender behandelt, und zwar nach folgenden Gesichtspunkten: Verbreitung, Brutplätze, Verhalten der Erwachsenen und Beziehung zur Malaria. Ausgezeichnete Abbildungen sind vielen Arten beigegeben.

Zum Schluß wird noch eine kurze Übersicht gegeben über „unwichtige Arten und solche, deren Bedeutung noch nicht genügend geklärt ist, ferner eine Liste über die „gefährlichsten Überträger" und endlich ein ausführliches Ver-

zeichnis über das wichtigste Schrifttum. Alles in allem eine höchst erfreuliche Erscheinung, die in der Bekämpfung einer der schlimmsten Geißeln der Menschheit wertvolle Dienste leisten wird. K. E.

Peus, Fritz, Die Flöhe. Bau, Kennzeichen und Lebensweise, Hygienische Bedeutung und Bekämpfung der für den Menschen wichtigen Floharten. 106 Seiten mit 29 Abbildungen. Hygienische Zoologie, Monographien Bd. 5. Leipzig, Verlag Dr. P. Schöps, 1939. Preis kart. 4,80 RM., gebunden 6,— RM.

Es werden in dieser Schrift die für den Menschen und seine Wohnstätten sowie für seine Nutztiere praktisch bedeutsamen Floharten behandelt, wobei die Darstellung im wesentlichen auf die morphologischen und biologischen Grundlagen der Flohkunde, auf die hygienische Bedeutung und auf die Bekämpfung ausgerichtet ist. In der Hauptsache liegen der Bearbeitung die mitteleuropäischen Verhältnisse und solche Daten zugrunde, die auf unsere Verhältnisse übertragen werden können, während für die Bekämpfung auf die gesamte Literatur zurückgegriffen wurde. Die Form der Darstellung und Auswahl des Stoffes ist besonders auf den Praktiker zugeschnitten, doch wird auch dem angewandten Entomologen und dem Biologen in den verschiedenen Institutionen ein sehr wertvoller Wegweiser durch die praktisch wichtigen Fragen der Flohkunde an die Hand gegeben. Der Stoff ist gegliedert in 4 Teile, von denen der erste die Morphologie und Systematik, der zweite die Lebensweise und Entwicklung, der dritte die hygienische Bedeutung und der vierte die Abwehr und Bekämpfung behandelt. Dem systematischen Teil sind sehr gute Zeichnungen mit den Hauptunterscheidungsmerkmalen beigegeben. Die Peus sche Monographie verdient weiteste Verbreitung und kann wärmstens empfohlen werden. K. E.

Kemper, Heinrich. Die Nahrungs- und Genußmittelschädlinge und ihre Bekämpfung. 270 Seiten mit 175 Abbildungen. Hygienische Zoologie, Monographien zur Biologie und Bekämpfung der Gesundheits- und Wohnungsschädlinge. Bd. 6. Leipzig, Verlag Dr. Paul Schöps, 1939. Preis kart 15,— RM., gebunden 17,— RM.

Immer mehr setzt sich die Erkenntnis von der hohen wirtschaftlichen Bedeutung der tierischen Schädlinge an Nahrungs- und Genußmitteln durch. Zu wenig wird aber dabei beachtet, daß fast allen Nahrungsmittelschädlingen neben der wirtschaftlichen auch eine große hygienische Bedeutung zukommt. In der vorliegenden Monographie sollen daher nicht nur die materiellen Schadwirkungen berücksichtigt werden, welche die Tiere durch Fraß und Verderb von Lebensmitteln verursachen, sondern es sollen auch die nicht in Geldwert zu berechnenden Schäden, welche die an Lebensmitteln vorkommenden Tiere der Volksgesundheit zufügen, in den Kreis der Betrachtung gezogen werden. Um den Umfang nicht zu groß werden zu lassen, war nicht nur eine konzentrierte Darstellung, sondern auch eine strenge Auswahl bezüglich der zu behandelnden Schädlinge notwendig. Nach einführenden Bemerkungen (Abschnitt I), wird zunächst eine Übersicht über die Schädlinge nach befallenen Lebensmitteln, geordnet gegeben (Teil II); sodann werden im III. Teil die einzelnen Schädlinge in systematischer Reihenfolge nach ihrem Aussehen, ihrer Lebensweise und Bedeutung beschrieben und endlich im IV. Teil die Abwehr- und Bekämpfungsmethoden angegeben. Ein Bezugsquellenverzeichnis, Literaturauswahl, Sachregister und 30 Seiten mit 175 Abbildungen beschließen die Monographie. Die Abbildungen, größtenteils Reproduktionen von Photographien,

betreffen die einzelnen Schädlinge und ihre Entwicklungsstadien, sowie die von ihnen verursachten Fraßbilder, und endlich auch Bekämpfungsapparate und -vorgänge. Sie sind durchweg sehr gut und charakteristisch. Das Kemper sche Werk wird allen, die mit Nahrungs- und Genußmittelschädlingen zu tun haben, ein trefflicher Führer sein. K. E.

Hartnack, Hugo, 202 Common Hausehold Pests of North America. 319 Seiten und mehreren hundert Abbildungen. Chicago 111, Hartnack Publishing Co., 1939.

202 der wichtigsten Hausschädlinge Nordamerikas, von den Mäusen und Ratten angefangen bis zu den Milben werden in diesem Buch beschrieben und in klarer Weise abgebildet, so daß ihre Erkennung auch dem Laien keine Schwierigkeiten bereitet. Der Autor hat Humor; so sind dem letzten Kapitel über die Bekämpfung der lästigen Plagegeister als Verzierung eine Reihe der klassischen Bilder von Wilhelm Busch (der Kampf gegen Maikäfer und gegen die ständig beunruhigenden Fliegen) verwendet, und auch sonst findet sich manch lustiges Bild unter die anderen eingeschoben. K. E.

Frickhinger, H. W., Leitfaden der Schädlingsbekämpfung für Apotheker, Drogisten, Biologen und Chemiker. 331 Seiten. Mit 230 Abbildungen im Text und 1 farbigen Tafel. Stuttgart, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft m. b. H., 1939. Preis gebunden 14,50 RM.

Das Buch ist vor allem für Apotheker und Drogisten geschrieben, die vielfach die Besorgung von Pflanzenschutzmitteln für die Praxis zu übernehmen haben. Es soll diese Kreise in den Stand setzen, ihren Kunden beratend beistehen zu können. Dazu ist notwendig, daß sie auch gewisse Kenntnisse über die Lebensweise der zu bekämpfenden Schädlinge, seien es Pilze oder Tiere, besitzen. Diese Kenntnisse zu vermitteln, hat sich der Autor zur Aufgabe gemacht. Frickhinger war besonders dazu berufen, da er seit 25 Jahren praktische Erfahrungen auf allen Gebieten der Schädlingsbekämpfung gesammelt hat. Und so ist denn auch ein Buch entstanden, das die gestellte Aufgabe in bester Weise gelöst hat. Sowohl der Auswahl der Schädlinge als auch der Art der Behandlung jedes einzelnen Schädlings ist im allgemeinen zuzustimmen. Vielleicht könnten in einer neuen Auflage einige Bilder durch bessere ersetzt werden.

Es hat bisher kein handliches Buch gegeben, das sowohl die wichtigsten pilzlichen als tierischen Schädlinge, die uns in Feld und Garten oder im Haus, im Keller oder Speicher usw. begegnen, in kurzer allgemein verständlicher Weise behandelt. Und so wird durch das vorliegende Buch eine in unserer Schädlingsliteratur bestehende Lücke ausgefüllt. Frickhingers Leitfaden kann bestens empfohlen werden, nicht nur den Apothekern und Drogisten, in deren Bibliothek es als unentbehrlicher Handapparat gehört, sondern allen, die an Schädlingsfragen interessiert sind und sich über das weite Gebiet der Schädlingsbekämpfung und des Pflanzenschutzes orientieren wollen. K. E.

Lengerken, H. v., Die Brutfürsorge und Brutinstinkte der Käfer. Ergebnisse der Insektenbiologie. Bd. I. 285 Seiten mit 188 Abbildungen im Text. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., 1939. Preis gebunden 19,60 RM.

Mit dem vorliegenden Band wird wieder eine neue Schriftenreihe eingeleitet, die unter dem Titel „Ergebnisse der Insektenbiologie" bereits heute

übersehbare lebenskundliche Teilfragen aus dem Bereich der Kerbtierforschung in zusammenfassender Weise bringen soll, sowohl für den allgemeinen Zoologen als auch für den speziellen Insektenforscher. Im vorliegenden Band wird das wesentliche in bezug auf unser gegenwärtiges Wissen über Brutfürsorge- und Brutpflegehandlungen bei den Coleopteren und die dabei sich äußernden Instinkte zusammengefaßt dargestellt. Der Stoff wird folgendermaßen gegliedert: A. Brutfürsorge; 1. in bezug auf den Schutz der Eier, 2. im Hinblick auf die Nahrung der zukünftigen Larven, und 3. in bezug auf Schutz der Eier sowie Schutz und Nahrung der Larven; B. Brutpflege; C. Brutparasitismus (ein Fall). Den meisten Raum nehmen dabei die Borkenkäfer, die Rhynchitiden und vor allem die Scarabaeiden ein. Man findet manches Neue in der Darstellung und vor allem eine Reihe bisher noch nicht veröffentlichter sehr instruktiver Abbildungen (besonders in dem Abschnitt über die Brutfürsorge bei den Scarabaeiden). Das Lengerkensche Buch wird zweifellos in allen biologisch interessierten Kreisen Anklang finden. K. E.

Mallenotti, Ettore, Cento noterelle fitopatologische. 293 Seiten. Bibliotheca agricola. Torino, G. B. Paravia u. Co., 1938. Preis L. 11,—.

In diesem handlichen Buch sind die Vorträge gesammelt, die Malenotti von Zeit zu Zeit im Radio für die landwirtschaftliche Bevölkerung über Pflanzenfeinde und Pflanzenschutz gehalten hat. Es sind hundert kleine allgemein verständliche Aufsätze, die alle Gebiete der Phytopathologie behandeln. Im 1. Teil werden allgemeine Fragen behandelt, im 2. Teil die wichtigsten tierischen Schädlinge im einzelnen nach ihrer Biologie und ihrer wirtschaftlichen Bedeutung, im 3. Teil andere Krankheiten und im 4. Teil die Bekämpfungsmittel und ihre Anwendung. Aus allen Berichten spricht die große Erfahrung, die Malenotti auf dem Gebiet der Pflanzenschädlinge und ihrer Bekämpfung besitzt. K. E.

Rübsaamen, Ew. H., und **Hedicke, H.,** Die Zoocecidien, durch Tiere erzeugte Pflanzengallen Deutschlands und ihre Bewohner. Lief. IX. (Rest des Bandes II, S. 329—350, Tafel XXXVI—XLII.) Zoologica XXIX. Band. Stuttgart, E. Schweitzerbartsche Verlagsbuchhandlung, 1939. Preis 27,— RM.

Die vorliegende Lieferung bildet den Schluß des großen Gallmückenwerkes, das leider im 2. Teil nur stark gekürzt erscheinen konnte (s. diese Zeitschr. Bd. XXV, S. 539). Sie enthält den Schluß der Mückengallen unbekannter Erzeuger. Die Register der Gattungs- und Artnamen, die Tafelerklärungen der Tafeln I—XLII und endlich als die Hauptsache den Rest der kolorierten Tafeln nach Abbildungen von Rübsaamen. Die Betrachtung dieser mit soviel Liebe und Akuratesse gemalten und gezeichneten zarten Tiere und der von ihnen befallenen Pflanzen müssen jeden Entomologen mit Bewunderung und Freude erfüllen. Angesichts des hohen Preises der letzten Lieferungen wird aber der Abonnent des Werkes beinahe ebensoviel Freude empfinden, daß nunmehr das Werk abgeschlossen ist. K. E.

Jacobi, Arnold, Tiergeographie. Zweite Auflage. Neuer berichtigter Abdruck. Mit 3 Karten im Text. 153 Seiten. Sammlung Göschen, Band 218. Berlin, Walter de Gruyter und Co., 1939. Preis gebunden 1,62 RM.

Das Bändchen tritt als Neudruck der zweiten 1919 erschienenen Auflage auf. Da drucktechnische Gründe größeren Umgestaltungen im Wege standen,

mußten sich nötig gewordene Berichtigungen auf Einzelheiten beschränken. Die drei Kärtchen haben ebenfalls Verbesserungen erfahren. Die Jacobische Tiergeographie ist zur raschen Orientierung über tiergeographische Fragen der verschiedensten Art ausgezeichnet geeignet. K. E.

Hartmann, Max, Geschlecht und Geschlechtsbestimmung im Tier- und Pflanzenreich. Mit 62 Abbildungen und 7 Tabellen. 110 Seiten. Sammlung Göschen, Bd. 1127, 1939. Berlin, Walter de Gruyter u. Co. Preis in Leinen gebunden 1,62 RM.

Trotz der Fülle von Geschlechtsvorgängen, die sich in einer kaum vorstellbaren Mannigfaltigkeit bei niedersten und höchsten Lebewesen findet, ist es der biologischen Forschung gelungen, in einer verhältnismäßig kurzen Zeit die allen Sexualitätserscheinungen zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten aufzudecken. Der Verf. hat in dem vorliegenden Bändchen es in vortrefflicher Weise verstanden, die verschiedensten Formen der Geschlechtsbestimmungsvorgänge bei einfachsten und höchsten tierischen und pflanzlichen Lebewesen in knappster Form und dabei in klarer Sprache darzustellen, so daß es auch dem Fernerstehenden leicht gemacht wird, in das so überaus komplizierte Gebiet einzudringen. K. E.

Buchner, Paul, Symbiose der Tiere mit pflanzlichen Mikroorganismen. Mit 121 Abbildungen. 123 Seiten. Sammlung Göschen, Band 1128, 1939. Berlin, Walter de Gruyter u. Co. Preis gebunden 1,62 RM.

Es ist sehr erfreulich, daß der Verf., der seit 25 Jahren mit der Erscheinung der Symbiose von Bakterien, Hefen und anderen Mikroorganismen und Insekten sich beschäftigt hat, hier eine kurze Übersicht über das bisher auf diesem interessanten Gebiet Erforschte gibt; um so erfreulicher als das ausführliche Werk des Verf. über diesen Gegenstand infolge des hohen Preises nur wenigen zugänglich ist. Die vorliegende knappe, aber alles Wesentliche bringende und reich bebilderte Darstellung wird dazu beitragen, das Wissen um diesen jungen, noch mitten in seiner Entwicklung stehenden Zweig der Biologie in weitere Kreise zu tragen. K. E.

Bock, Fr., und **Pigorini, L.,** Die Seidenspinner, ihre Zoobiologie und Zucht. 171 Seiten mit 144 Abbildungen. (Technologie der Textilfasern, VI. Band, I. Teil). Berlin, Julius Springer, 1938. Preis gebunden 16,80 RM.

Das vorliegende Buch wendet sich an Leser, die an der Technologie der Textilfasern allgemein interessiert sind. Außer dem echten Seidenspinner sind auch alle anderen Tiere berücksichtigt, die für die Seidengewinnung von Wichtigkeit sind, vor allem die verschiedenen Schmetterlinge und sodann die Spinnen und Muscheln („Byssusseide"). Der von Bock bearbeitete Hauptteil bildet die eingehende Darstellung des inneren und äußeren Baues der Entwicklung, Bionomie und Physiologie des echten Seidenspinners. Diese Darstellung ist durch eine große Anzahl teils sehr interessanter Originalabbildungen — meist Mikrophotographien — unterstützt. Den Schluß des Buches bildet ein Abschnitt über die Zucht der Seidenraupe, die von Pigorini bearbeitet ist. Da eine moderne derartige zusammenfassende Darstellung der Seidenspinner in deutscher Sprache fehlte, so füllt das vorliegende Buch eine bedeutende Lücke aus, um so mehr als gegenwärtig der Seidenbau in Deutschland eine Wiederbelebung erfährt. Die Ausstattung des Buches sowohl be-

züglich Wiedergabe der Abbildungen als auch in sonstiger Hinsicht ist ausgezeichnet. K. E.

Schenkling, S., Faunistischer Führer durch die Coleopterenliteratur. Die wichtigste Käferliteratur nach geographischen Gebieten geordnet. Bd. I Europa. Lieferung 1 und 2 (1—128). Neubrandenburg (Meckl.), Verlag Gustav Feller, 1938. Jede Lieferung Preis 6,— RM.

Es ist ein sehr nützliches und verdienstvolles Unternehmen, das hier im Entstehen begriffen ist: einen Führer durch die wichtigste systematische Literatur der Coleopteren zu schaffen. Der I. Band ist für Europa bestimmt, der II. Band für das paläarktische Afrika und Asien sowie für die indomalayische Region, der III. für die Äthiopische Region, Australien und Ozeanien und der IV. Band für Amerika. Jeder Band, ja, jedes Heft ist einzeln zu beziehen, so daß der Spezialist sich auf billige Weise in den Besitz der für ihn notwendigen Literaturverzeichnisse setzen kann.

Vom I. Band liegen die zwei ersten Lieferungen vor, die folgende Einteilung zeigen: A. Paläarktische Region. — I. Pal. Region im allgemeinen. — II. Europa. — 1. Europa im allgemeinen. — 2. Skandinavien im allgemeinen. — 3. Norwegen. a) Norwegen im allgemeinen, b) Finmarken, c) Tromsö, d) Trondhjem, e) Bergen, f) Kristiansand, g) Hamar, h) Kristiania (Oslo). — 4. Schweden, a) Schweden im allgemeinen usw. Alle diese Abteilungen sind durch Kleindruck am Rande wieder in eine Reihe Unterabteilungen geteilt: Kataloge, Col. im allgemeinen, mehrere Familien und die einzelnen Familien (Cicindelidae, Carabidae usw.). So bietet das Auffinden der gesuchten Literatur keine Schwierigkeit. Schenklings Faunistischer Führer wird die Arbeit des Coleopteren-Systematikers wesentlich erleichtern und auch sichern und so zu seinem unentbehrlichen Rüstzeug werden. K. E.

Die Rohstoffe des Tierreichs. Herausgegeben von Ferd. Pax und Walther Arndt. 14. Lieferung (Bogen 127—141, Schluß des 1. Bandes). Berlin, Gebr. Borntraeger, 1938. Preis Subskr. 20,—. Einzelpreis 25,— RM.

Die 14. Lieferung des sehr verdienstvollen Werkes behandelt in Kap. X: „Zoogene Gesteine und Schottermaterialien" und in Kap. XI: „Düngemittel sowie Kot und Harn in sonstiger Verwendung." Die Ausführungen sind nicht nur für den Zoologen, sondern auch für den Wirtschaftler, Techniker und überhaupt allgemein von großem Interesse, da vieles darin mitgeteilt wird, was wenig bekannt ist. Wenn es sich naturgemäß auch in der Hauptsache um Protozoen, Coelenteraten, Mollusken und Wirbeltiere handelt, so findet doch auch der Entomologe einiges Interessante darin: Termitennester als Baugrund, Häuser aus Termitenerde, Mörtel aus Termitenerde und Kuhdung, Termitennester als Material für Töpferarbeiten, Backsteine aus Termitenerde. Auch als Dünger wird Termitenerde benutzt: „wie Inseln der Fruchtbarkeit liegen überall zerstreut in den sonst mageren Mais- und Hirsefeldern die Termitenhügel da, dunkelgrün und dicht bewachsen". Auch andere Insekten liefern Dünger, wie Heuschrecken, Eintagsfliegen, Maikäfer, Chironomiden, Lepidopterenkot. Das Werk kann aufs wärmste empfohlen werden. K. E.

Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile, Herausgegeben von Maria Dahl und H. Bischoff, 35. Teil. Flöhe oder Aphaniptera (*Suctoria*) und Läuse oder Anop-

lura (*Siphunculata*). Von O. Jancke. 78 Seiten mit 73 Abbildungen im Text. Preis broschiert 7,50 RM.

Die 35. Lieferung der „Tierwelt Deutschlands" enthält die Bearbeitung zweier durch ihren Parasitismus an Warmblütern sehr bekannter und wichtiger Insektengruppen: der Flöhe und der Läuse. Von den ersteren werden rund 50 und von den letzteren 25 einheimische Arten gekennzeichnet nach ihren systematischen Merkmalen, ihrer geographischen Verbreitung und ihren Wirten, von welch letzteren für die Flöhe Vögel und Säugetiere und für Läuse nur Säugetiere in Betracht kommen. Ein Verzeichnis der einheimischen Floh- bzw. Lausarten, nach ihren Wirten geordnet, erleichtert die Bestimmung. Bei der Bearbeitung der Flöhe ist noch ein Verzeichnis angefügt über die Floharten, deren gelegentlicher Fund in Deutschland zu erwarten ist. Sicherlich wird die vorliegende Lieferung nicht nur bei den Entomologen, sondern auch Ärzten, Tierärzten, Jägern usw. Interesse finden. K. E.

Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Sechster Band. Pflanzenschutz, Verhütung und Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. 3. Lieferung. Herausgegeben von Prof. Dr. Dr. h. c. O. Appel. Berlin, Verlag Paul Parey, 1939. Preis 17,80 RM.

Die vorliegende Lieferung enthält den Rest des Abschnittes über chemische Bekämpfungsmaßnahmen und damit den Abschluß des ersten Halbbandes des 6. Bandes, ferner den Anfangsteil des zweiten Halbandes. Letzterer beginnt mit der Darstellung der Biologischen Bekämpfungsmaßnahmen durch Hans Sachtleben. Es ist dies ein für den angewandten Entomologen besonders interessantes und reizvolles Kapitel. Die Bearbeitung von Sachtleben gehört wohl zu dem Besten, was an zusammenfassenden Darstellungen dieses Gebietes bis jetzt existiert. Die gesamte Weltliteratur ist dabei berücksichtigt, was für jeden, der sich mit diesen Fragen zu beschäftigen beginnt, eine große Erleichterung beim Einarbeiten in die Materie bedeutet. Es wäre sehr wünschenswert, wenn dieser Abschnitt separat bezogen werden könnte. — Der folgende Abschnitt behandelt „Die technischen Mittel des Pflanzenschutzes": A. Beizgeräte: I. „Naßbeizgeräte" von E. Riehm, II. „Trockenbeizgeräte" von A. Winkelmann, B. „Spritzgeräte" von H. Zillig. Die neue Lieferung steht wie die vorhergegangenen auf voller Höhe und gibt einen zuverlässigen Querschnitt durch den heutigen Stand unseres Wissens und Könnens auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes. K. E.

Glover, P. M., Lac cultivation in India. Indian Lac Research Institute Namkum Ranchi, Bihar, India. 1937. Preis gebunden 2,— Rs.

Das vorliegende Buch ist die zweite Auflage der im Jahre 1931 erschienenen Schrift „A Practical Manual of Lac Cultivation". Es stellt eine sehr übersichtliche Einführung in das Gebiet der Lackinsekten dar, die nach allen Seiten hin behandelt werden. Eine Reihe von Tafeln, darunter einige kolorierte, unterstützen den Text in wirkungsvoller Weise. Für uns Europäer hat es einen besonderen Reiz, über diese uns völlig fremde Seite der angewandten Entomologie näheres zu erfahren. K. E.

Marais Eugen, N., The soul of the White Ant. With a Biographical Note by his Son, translated by Winifred de Kok. Mit einer Reihe

von Abbildungen. 184 Seiten. London, Methuen U. Co., 1937. Preis $ 7 s 6 d.[1])

Der Verfasser hat als Naturfreund lange Zeit in einsamen Gegenden Südafrikas gelebt und sich dort ganz der Beobachtung von Tieren aller Art hingegeben. Unter anderem haben ihn die Termiten besonders angezogen, die er jahrelang studierte und über die er eine Reihe von Aufsätzen in der Afrikaans-Zeitschrift „Die Huisgenoot" (Hausgenosse) veröffentlicht hat. Das vorliegende Buch setzt sich in der Hauptsache aus diesen Zeitungsartikeln zusammen. Marais wollte noch ein ausführliches Werk über die Termiten schreiben; dieser Plan wurde durch seinen frühzeitigen Tod vereitelt. Durch die Beobachtungen Marais werden unsere Kenntnisse über die Termiten in vielen Punkten zweifellos bereichert, so über die Wasserversorgung, über den Einfluß der Königin, auf die Vorgänge im Staat usw. Andererseits sind manche Beobachtungen durchaus nicht so neu wie es nach den Schilderungen des Autors den Anschein haben könnte. So ist z. B. das Leben in der Königinzelle vom Referenten schon in seinem ersten Termitenbuch eingehend beschrieben. (Es wird zwar auch in dem vorliegenden Buch die dortige Abbildung des Referenten der Termitenkönigin in ihrer Zelle gebracht, ohne daß über die Herkunft des Bildes etwas gesagt wird.)

Auf die theoretischen Erörterungen kann hier nur kurz eingegangen werden: Sie bewegen sich in der Richtung, daß der Termitenstaat bzw. der Termitenhügel als ein einheitlicher Organismus betrachtet wird, der etwa mit dem Menschenkörper zu vergleichen ist. Die Rolle, die im letzteren das Gehirn spielt, falle im Termitenhügel der Königin zu. Marais faßt dies nicht etwa bildlich auf, sondern sieht in dem Termitarium tatsächlich einen besonderen Organismus. „In jedem Termitenhügel", schreibt Marias, „gibt es ein Gehirn, einen Magen, eine Leber und Geschlechtsorgane, welche die Art sicherstellen. Alle haben sie Beine und Arme, um Nahrung herbeizuschaffen; sie haben auch einen Mund. Sollte die natürliche Auslese noch weiter fortschreiten, so können wir es erleben, daß der Termitenhügel sich einmal in Bewegung setzt, und langsam über das Feld spaziert". Hier vermag ich Marais nicht mehr zu folgen. K. E.

Lauterborn, Robert. Der Rhein (Naturgeschichte eines deutschen Stroms). Band I, Teil 2. 439 Seiten. Ludwigshafen a. Rhein 1938. Preis gebunden 10,— RM.

Das großangelegte Rheinwerk Lauterborns, von dem nunmehr der zweite Teil des historischen Bandes vorliegt, behandelt die gesamte Naturgeschichte des Rheingebietes. Im deutschen Schrifttum steht es durch die Fülle des Stoffes und die Art der Bearbeitung der verschiedensten Teilgebiete zu einem geschlossenen Ganzen wohl einzig da. Hier liegt der Versuch zu einer Synthese aller Disziplinen der beschreibenden Naturwissenschaft vor. Im historischen Teil dürfte kaum eine Quelle übersehen worden sein. Vielfache biographische Randbemerkungen machen ihn besonders anregend. — Der Band, der die Zeit von 1800—1930 umfaßt, enthält einen ausführlichen Abschnitt auch über die Insektenkunde des Gebietes. Von besonderem Interesse für die angewandte Entomologie sind in diesem die Hinweise auf Arbeiten des Grafen von Sponek und von Stanislaus Fischer. Ersterer berichtete 1810 und 1819 über Massenvermehrungen des Kiefernspinners, Dendrolimus pini, und entwickelt dabei Ansichten über natürliche Lebensgemeinschaft, Ursachen der Massenvermehrungen von Schadinsekten und ihr Zusammenbrechen, die in allen wesentlichen Punkten

[1]) Vor kurzem ist im Verlag F. A. Herbig, Berlin, eine deutsche Ausgabe des Maraisschen Buches erschienen unter dem Titel „Die Seele der weißen Ameisen".

weitgehend mit neuzeitlichen Auffassungen übereinstimmen. Es nimmt Wunder, daß Ratzeburg, dem Altmeister der Forstentomologie, diese Arbeiten entgangen sind. Auch der Vorschlag einer biologischen Schädlingsbekämpfung durch praktischen Vogelschutz und durch Einsatz von *Calosomen, Carabiden* sowie *Formica rufa* ist erstmals hier vertreten. Fischer, der nach 1800 in Karlsruhe wirkte, untersuchte Massenvermehrungen der Kiefernblattwespen. Er war bereits mit vielen Einzelheiten ihrer Lebensgeschichte gut vertraut: so mit der doppelten Generation, dem Überliegen der Kokons, mit Schaden, Feinden usw. Auch diese Arbeit geriet in Vergessenheit und es ist Lauterborns Verdienst auf sie neu hingewiesen zu haben. — Nachdem was im historischen Teil geboten wird, kann man nur wünschen, daß auch die abschließenden Bände des Werkes bald erscheinen mögen. Sie betreffen das eigenste Forschungsgebiet Lauterborns und die Ergebnisse eines reichen, unermüdlichen und für die Sache begeisterten Forscherlebens. Zwölfer, Freiburg.

Suomen Hyönteistieteellinen Aikakauskirja. Annales entomologici fennici. Hauptschriftleiter Uunio Saalas. Jahrgang 4 (No 1—4 und Appendix). Helsinki 1938.

Nun liegt schon der 4. Jahrgang der von der überaus tätigen und rührigen finnischen entomologischen Gesellschaft herausgegebenen Zeitschrift vor. Der Inhalt ist wieder sehr reich und vielseitig und bringt auch für den angewandten Entomologen eine Reihe interessanter Aufsätze, von denen nur auf die Arbeiten von Hukkinen über Thysanopteren, von Kangas über die finnischen Pissodesarten und von Saalas über Elateriden, Ipiden, Chrysomeliden usw. hingewiesen sei. In einem Appendixheft gibt Vappula eine Übersicht über die gesamte im Jahre 1937 publizierte finnische entomologische Literatur. Die finnischen Annales, die ausgezeichnet ausgestattet sind, haben sich in der entomologischen Zeitschriftenliteratur bereits eine sehr beachtenswerte Stellung erobert. K. E.

Korschelt, Festschrift zum 80. Geburtstag von Geheimrat Korschelt, Marburg. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **48**. 1938.

Die im Pflanzenschutz tätigen Schüler von Korschelt haben in der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz eine Reihe von Aufsätzen veröffentlicht, die in einem besonderen Heft zu einer „Festschrift" vereinigt sind (Preis 9 RM). Die Beiträge stammen von E. Janisch, W. Speyer, C. Börner, Fr. Bromstedt, H. Blunck, R. Abraham, W. Trappmann, H. Prell und K. Freudenstein. K. E.

Junk, W., Scientiae Naturalis Bibliographia. Annus II: 1938, Pars 1. Den Haag, Verlag Dr. W. Junk, 1938. Preis des Jahrgangs fl. 3,—.

Die Junksche Bibliographie ist stark im Anwachsen begriffen. Der erste Jahrgang (1937) brachte im ganzen rund 1200 Titel. Das vorliegende erste Heft des neuen Bandes enthält bereits mehr als 900 Titel, so daß der ganze Jahrgang rund 2000 neue erschienene Werke verzeichnen wird. Die Bibliographie stellt einen sehr wertvollen Behelf für jeden Naturwissenschaftler dar. K. E.

Neue Literatur

Eingesandt von Januar bis Juli 1939

Agricultural News Letter. Issued by Publ. Relat. Dep., E. J. du Pont de Nemours & Co. Inc., Wilmington, Del. Vol. **7**, No. 1, 2, 3, 4, 5, 1939.

Ambros, W., Unsere Waldameise (*Formica rufa* L.) mit besonderer Berücksichtigung ihrer künstlichen Vermehrung. Centralbl. ges. Forstw. **65**, 1939.

Ambros, W., Die biologische Nonnenfalterkontrolle 1937. Ebenda **65**, 1938.

American Assoziation of Economic Entomologiats. Programm Fifty-first Annual Meeting. Richmond, Virg. 1938.

Aubert, Ph., Les dommages causés aux arbres fruitiers par les gelées d'avit. La Terre Vaudoise 1938.

Baumgartner, Getrud, Neue Beobachtungeu an Brut und Waben mit gutartiger Faulbrut (Sauerbrut). Schweiz. Bienenztg. 1938.

Bernhardt, E., Versuche zur Bekämpfung des Maikäfers mit Kontaktmitteln. Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **49**, 1939.

Biologische Reichsanstalt für Land- u. Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem. Wissenschaftlicher Jahresbericht 1937, von Präsident Dr. Richm. Berlin, Paul Parey, 1939.

Blunck, H., Alte und neue Aufgaben der Chemie im Pflanzenschutz. „Der Forschungsdienst" (Deutsche Landw. Rundschau, Sonderheft 7) 1938.

Blunck, H., Feinde und Krankheiten der Maikäfer. Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **48**, 1938.

Blunck, H., Viruskrankheiten bei Pflanzen. Ebenda **49**, 1939.

Blunck, H., Natürliche Feinde und biologische Bekämpfung der Maikäferengerlinge. Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **49**, 1939.

Bovey, P., et **Lenzinger, W.**, Presénce en Suisse de *Cercsa bubalus* F., Membracide nuisible d'origine américaine. Bull. Soc. Vand. Sc. Nat. **60**, 1938.

Bovien, Prosper og **Bolwig, N.**, *Dexia rustica* F. oldenborrelarvens vigtigste Snylteflug. Tidsskr. Planteavl **43**, 1939.

Brauns, Adolf. Morphologische und physiologische Untersuchungen zum Halterenproblem unter besonderer Berücksichtigung brachypterer Arten. Zool. Jahrb. (Abtlg. f. allg. Zool. u. Physiol.) **59**, 1939. (144 S. u. 38 Abb. im Text.)

Buchner, P., Symbiose der Tiere mit pflanzlichen Mikroorganismen. Sammlung Göschen. Band 1158. Berlin, Walher de Gruyter & Co., 1939.

Buttmann, R., u. **Dingler, M.**, Das Insekt in der Darstellung vom Mittelalter bis auf Linné. Ausstellung der Bayerischen Staatsbibliothek München 1938/39.

Caradja, Aristide, Materialien zu einer Microlepidopterenfauna von Atunse in Nord-Yünan. Stett. Ent. Zeitg. **99**, 1938.

Caradja, Aristide, Über eine kleine Microlepidopterenausbeute aus Manciukuo u. Transbaikalien. Dt. Ent. Zeitg. Teis **52**, 1938.

Chandler, S. C., The Peach Tree Borers of Illinois. Illin. Nat. Hist. Surv. Circ. **31**, 1939.

Chatupnik, Wlad., Die interessanteren Schmetterlinge aus dem Kreis Stolpce. (Poln. mit deutscher Zusammenfassung.) Trav. Soc. Sc. et Lettres Wilno **12**, 1938.

Currie, G. A., The fate of certain european insects introduced into Australia for the control of weeds. J. Counc. Sc and Ind. Res. **11**, 1938.

Day, M. F., Preliminary observations on the gaseous environment of *Eutermes exitiosus* Hill. J. Counc. Sc. and Ind. Res. **11**, 1938.

Daxer, H., Versuche über die Wirkung des Kupfers auf Blätter. Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **49**, 1939.

Daxer, H., Die Löslichkeit arsenhaltiger Pflanzenschutzmittel in ihren Beziehungen zur Wirkung auf Pflanzen und Tiere. Wein u. Rebe **20**.

Der Märkische Naturschutz, Blätter der Arbeitsgemeinschaft für Naturschutz in Berlin und Brandenburg, herausgegeb. von H. Klose u. H. Hedicke. Heft 39, 1939.

Donisthorpe, Mr. Donisthorpe's Publications in 1937 and 1938.

Donisthorpe, H., New Species of Ants anda new Subgenus of *Dolichoderus* from various Localities. An. and Mag. Nat. Hist. Ser. 11, Vol. **11**, 1938.

Donisthorpe, H., The Genus *Lioponera* Mayr. (*Formicidae*, *Cerapachinae*) with descriptions of two new species and an Ergatandromorph. An. Mag. Nat. Hist. Seri. 11, **3**, 1939.

Eckstein, K., Das Bohrmehl des Waldgärtners *Myelophylus piniperda* L. Arb. phys. u. angew. Entom. Berlin-Dahlem **6**, 1939.

Eichler, Wolfdietrich, Lebensraum und Lebensgeschichte der Dahlemer Palmenheuschrecke *Phlugiola dahlemica* nov. spec. (*Orthopt. Tettigonidae*). Deutsche Entom. Zeitschr. 1938.

Eichler, Wolfdietrich, „Einemsen" und verwandte Handlungen. Stett. Ent. Ztg. **99**, 1938.

Eichler, Wolfdietrich, Über Dassellarven vom Elch (*Alces alces* L.). Untersuchungen über Hypodermiden I. Ztschr. f. Parasitenkunde **10**, 1938.

Eichler, Wolfdietrich, *Bizarrifrons* n. g., eine bemerkenswerte Federlingsgattung von Icteriden. Zool. Anz. **124**, 1938.

Eichler, Wolfdietrich, Deutsche Vogelflöhe und ihre Lebensweise. J. Ornithol **86**. 1938.

Eller, K., Fragen und Probleme zur Zoogeographie und zur Rassen- und Artbildung in der *Papilio machaon*-Gruppe. VII. Internationaler Kongr. f. Entom. 1939.

Emerson, A. E., Social Coordination and the Superorganismus. The Amer. Midland Naturalist. **21**, 1939.

Entoma, A Directory of Insect Pest Control. Edited by C. C. Hamilton 1939.

Ext, Tätigkeitsbericht des Pflanzenschutzamtes Kiel über das Rechnungsjahr 1938.

Faes, H., Rapport Annuel 1937. Station fédérale d'essais viticoles et arboricoles a Lausanne et Domaine de Pully. An. agric. Suisse 1939.

Faes, H., La protection contre les gelées par les capuchons de paille et de papier. — Chronique Viticole 1938.

Fischer, H., Zur Biologie und Bekämpfung von Knospengallmücken an Rotbuchen. Arb. phys. u. ang. Ent. Berlin-Dahlem **6**, 1939.

Foerster, H., Beobachtungen über das Auftreten von Gregarinen an Insekten. Zeitschr. f. Parasitenkunde **12**, 1938.

Fransen, J. J., Jepenziekte iepenspintkevers en beider bestrijding (120 Seiten). Wageningen 1939.

Fransen, J. J., Mededeelingen over de merkzaamheden gedurende het jahr 1838. (Comité ter bestudeering en bestrijding von insectenplagen in bosschen.) Tijdskr. Nederl. Heidemaatschappij. Feb. 1939.

Frickhinger, H. W., Was leistet der Vogelschutz für die Schädlingsbekämpfung? Die kranke Pflanze **16**, 1937.

Frickhinger, **H. W.**, Schädlingsbekämpfung im Forst. Frankfurter Zeitung, 2. Juni 1939.
Frickhinger, **H. W.**, Vogelschutz und Katzenhaltung. Deutsche Vogelwelt **64**, 1939.
Frickhinger, **H. W.**, Zur Amselfrage. Ebenda.
Frickhinger, **H. W.**, Die Bedeutung der Schädlingsbekämpfung in der Lebensmittelindustrie. Deutsche Lebensmittelrundschau 1939, Nr. 9.
Frickhinger, **H. W.**, Die hygienische Bedeutung der Vorratsschädlinge. Ebenda.
Frickhinger, **H. W.**, Großschädling Kornkäfer. Ebenda.
Frickhinger, **H. W.**, Leitfaden der Schädlingsbekämpfung für Apotheker, Drogisten, Biologen und Chemiker. 331 Seiten. Mit 230 Abbildungen im Text und 1 farbigen Tafel. Preis geb. 14.50 RM. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft m. b. H. Stuttgart 1939.
Friend, **R. B.**, The relation of insects to the conservation of farm woodlots. J. Forestry **36**, 1938.
Fuller, **M. E.**, On the biology and early stages of *Helicobia australis (Sarcophag.)*, a Dipterous insect associated with grashoppers. Proc. Linn. Soc. New South Wales 1938.
Fuller, **M. E.**, Notes on *Trichopsidea oestracea* (*Nemestrinidae*) and *Cryptomorpha flaviscutellaris* (*Bombyliidae*) two Dipterous enemies of grashoppers. Ebenda.
Fulmek, **L.**, s. Neuheiten.
Fyfe, **R. V.**, and **Gay**, **F. J.**, The humidity of the atmosphere and the moisture conditions within mound of *Eutermes exitiosus* Hill. Commonweath of Australia. Counc. Sc. and Teed. Res. Pamphl. Nr. 82, 1938.
Fyg, **W.**, Benussi-Bossi's Hypothese über die Geschlechtsbestimmung im Bienenstock. Schweiz. Bienenzeitung 1938.
Gäbler, **H.**, Täuschende Forstinsekten. Forstw. Centralbl. **61**, 1939.
Gäbler, **H.**, Die Bedeutung der Larven vom *Syrphus tricinctus* Fall. für die Vernichtung von Raupen und Afterraupen. Thar. Forstl. Jahrb. **90**, 1939.
Gay, **F. J.**, A nutritional study of the larva of *Dermestes vulpinus* F. J. experim. Zool. **79**, 1938.
Geijskes, **D. C.**, Beiträge zur Kenntnis der europäischen Spinnmilben (*Acari Tetranychidae*) mit besonderer Berücksichtigung der niederländischen Arten. Med. Landbouwhoogesch. Wageningen (Nederland). Deel 42, Verhand. 4. Wageningen 1939.
Glover, **P. M.**, Lac cultivation in India. (Second and revised Edition of „A practical manuel of Lac Cultivation". Indien Lac. Res. Inst. Namkum, Ranchi Bihar, India 1937. 140 Seiten und 13 Tafeln. Preis geb. 2 sh.
Gößwald, **K.**, Über die Ausrottung und Wiederausbreitung der roten Waldameise *Formica rufa* L. Deutsche Forstzeitung **7**, 1938.
Gößwald, **K.**, Richtlinien zur beschleunigten Heranzucht von Larven des Hausbocks *Hylotrupes bajulus* L. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst 1939.
Gößwald, **K.**, Über Nutzen, Ausrottung, Schutz, Verbreitung und künstliche Vermehrung der roten Waldameise *Formica rufa* L. Jahresber. Berlin u. Brandenburg. Provinzstellen f. Naturschutz 1939.
Götz, **Br.**, Untersuchungen über das Geschlechtsverhältnis bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*. Anz. f. Schädlingsk. **15**, 1939.
Hadersold, **O.**, Ergebnisse von Parasitenzuchten der Zweigstelle Stade der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Arb. phys. und angew. Ent. Berlin-Dahlem **6**, 1939.
Hadorn, **Ch.**, *Thrips*, seine Schäden und seine Bekämpfung. Schweizer Garten 1937.
Hamilton, **C. C.**, siehe Entoma.
Hartmann, **M.**, Geschlecht und Geschlechtsbestimmung im Tier- und Pflanzenreich. Samml: Göschen Bd. 1127. Berlin, Walter de Gruyter & Co. 1939.
Hartnack, **H.**, 202 Common Household Pests of North America. 319 S. u. zahlreiche Abbildungen im Text. Chicago, Illin., Hartnack Publ. Co. 1939.

Heikertinger, Fr., Noch ein Wort über Wespenmimikry. Z. Morph. u. Ökol. Tiere **31**, 1936.

Heikertinger, Fr., Erinnerungen an Ludwig Ganglbauer und seine Zeit. Koleopt. Rundschau **23**, 1937.

Heikertinger, Fr., Einige grundsätzliche Bemerkungen zum Kennwortsystem. Ebenda.

Heikertinger, Fr., Über Insektennahrung der Erdkröte (*Bufo vulgaris* Laur.). Ebenda **26**, 1938.

Heikertinger, Fr., Die Mimikry der Tagfalter Südamerikas: die Dismorphiinen. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien **86/87**, 1937.

Heikertinger, Fr., Die Mimikrytypen der afrikanischen Nymphaliden und ihr Verhältnis zu den nichtmimetischen Verwandten. Biol. Zentralbl. **55**, 1935.

Heikertinger, Fr., Die Mimikrymodelle der Tagfalter Afrikas und ihr „Ekelgeschmack". Ebenda **56**, 1936.

Heikertinger, Fr., Werden die Tagfalter von Vögeln gejagt? Ebenda **56**, 1936.

Heikertinger, Fr., Dasselbe, Teil II, **57**, 1927.

Heikertinger, Fr., Über zwei Grundbegriffe der Ernährungsbiologie: „Normalnahrungskreis" und „wirkliche Feinde". Ebenda **57**, 1937.

Hepp, J. A., 40 Jahre Lehre und Forschung auf den Gebieten des Wein- und Obstbaues in der Pfalz. Prakt. Bl. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **16**, 1939.

Hofmann, Chr., Zur Frage der biologischen Maikäferbekämpfung — ein Vorschlag. Der deutsche Forstwirt 1939 (Nr. 18).

Hofmann, Chr., Untersuchungen über die Weißtannenlaus *Dreyfusia* (*Chermes*) *nüsslini* C. B. Forstw. Centralbl. **61**, 1939.

Hofmann Chr., Die neuzeitliche Bekämpfung forstlicher Großschädlinge mit besonderer Berücksichtigung von Nonne und Kiefernspanner (*Bupalus piniarius* L.). Nachr. Schädlingsbek. **14**, 1939. (43 S., 31 Abb. im Text u. 1 bunte Tafel.)

Hofmann, Chr., Die Generationsverhältnisse der Fichtengallenlaus *Sacchiphantes* (*Chermes*) *abietis* L. Forstw. Centralbl. **61**, 1939.

Hukkinen, Yrjö, Alopecurutripsen (*Chirothrips hamatus*), ett nytt skadedjur för alopecurus fröet. Stat. Lantbruksförsöksverk. Medd. Nr. 133. Helsingfors 1938.

Hukkinen, Yrjö, Puntarpääripsiäinen (*Chirothrips hamatus*), unsi puntarpään sismenvikojen aihcuttaja. Valtion maatalousk. tiedonantola Nr. 133. Helsinski 1938.

Hukkinen, Yrjö, u. **Syrjänen, V.**, Beiträge zur Kenntnis der Thysanopteren Finnlands. 2—5. Ann. Entom. Fennici **3**, 1937.

Hukkinen, Yrjö, u. **Syrjänen, V.**, Beiträge zur Kenntnis der Thysanopteren Finnlands. 4 u. 5. Ebenda **4**, 1838.

Jacobi, Arnold, Tiergeographie. Zweite Aufl. Neuer berichtigter Abdruck. Mit 3 Karten im Text, 155 S. Sammlung Göschen Bd. 218. Walter de Gruyter & Co. Berlin 1938.

Japan, Insecta Matsumurana **13**, Nr. 1, 1938.

Japan, Berichte des Ohara-Institutes für landwirtschaftliche Forschungen in Kurashiki (Japan). Erstattet von M. Kondō Bd. 8, Heft 1—2, 1938.

Japan, Journal of the Imp. Agricultural Exper. Station, Nisigahara, Tokyo, **3**, Nr. 2, March 1938.

Junk, W., Scientae Naturalis Bibliographie. Annus II: 1938 Pars 1. Den Haag, Verlag Dr. W. Junk 1938. Preis des Jahrgangs 3,— fl.

Kanervo, Veikko, Sipulin Kärpästuho laiset. (Die Fliegen als Zwiebelschädlinge.) Valt. Maatal. Tied. Nr. 156. Helsinski 1939.

Kéler, S., Über brasilianische Mallophagen. 1. Beitrag. Arb. morph. taxonom. Ent. **5**, Berlin 1938.

Kemper, Heinrich, Die Nahrungs- und Genußmittelschädlinge und ihre Bekämpfung. 270 S. mit 175 Abb. Hygienische Zoologie, Monographien zur Biologie und Bekämpfung der Gesundheits- und Wohnungschädlinge Bd. **6**. Leipzig, Verlag Dr. Paul Schöps, 1939. Preis kart. 15 RM., geb. 17 RM.

Klose, H., u. **Hedicke, H.**, siehe Der märkische Naturschutz.

Kohh, E.. Die Entwicklung der forstlichen Versuchs- und Forschungstätigkeit in Esti. (Estnisch mit deutscher Zusammenfassung.) Forstliche Forschungsberichte I. Tartu 1939.

Kohh, E., Über die letzte Kiefernstangen-Rüsselkäferkalamität in Esti: (*Pissodes piniphilus*). Forstliche Forschungsberichte I. Tartu 1939.

Kondō, M., siehe Japan, Berichte des Ohara Institutes.

Kopeč, Stefan. Über den positiven Einfluß vorübergehend angewandter Hungerkuren auf das weitere Wachstum der Schmetterlingsraupen. Zeitschr. vgl. Phys. **26**, 1938.

Kozikowski, A., u. **Kuntze, R.**, Skodniki nasion jodły występujące w południowwej Polsce. (Die in Südpolen vorkommenden Tannensamenschädlinge.) „Sylvan" Serie A. Mem. Lwów 1836.

Landowski, Jan, Der Einfluß der Einzelhaltung und des gemeinschaftlichen Lebens auf die Entwicklung und das Wachstum der Larven von *Periplaneta orientalis* D. Biol. Zentralbl. **58**, 1938.

Lea, A., and **Webb D. van V.**, Field observations on the Red Locust at Lake Rukwa in 1936 and 1937. Dep. Agr. Forestry. Union of South Africa. Bull. No. 186, 1939.

Lengerken, H. v., Die Brutfürsorge und Brutinstinkte der Käfer. Ergebnisse der Insektenbiologie Bd. I, 285 S. mit 188 Abb. im Text. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., 1939. Preis geb. 19,60 RM.

Lennok, F. G., Fleece investigastions. Commonweàlth Australia. Counc. Sc. and Ind. Res. Pamphl. Nr. 82, 1938.

Lindemuth, K., Pflanzenschutzlicher Rückblick auf das Jahr 1938. Wochenbl. Landesbauernsch. Schleswig-Holstein 1939.

Listo, J. (†). Listo Elsa-Maijaja Kanero Veikka, Tutkimuksia Hedel mäpunpunkista (*Paratetranychus pilosus* C. u. F.). Studies of the Fruit Tree. Red Mite (131 S., 4 Taf.). Valt. Maatal. Julk. (Agr. Exper. Activ. of the State Publ.) No. 99. Helsinki 1939.

Lothmar, Ruth. Untersuchungen über den Eisenstoffwechsel der Insekten, besonders der Honigbiene. Rev. Suisse Zool. **45**, 1938.

Lothmar, Ruth. Der Eiweiß-Stoffwechsel im Bienenvolk (*Apis mellifica*) während der Überwinterung. Landw. Jahrb. Schweiz 1939.

Maier, Willi. Die fungizid wirksamen Kupfermengen bei der Blauspritzung der Obstbäume. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz 49, 1939.

Maier, Willi, Die Notwendigkeit des Bors in der Pflanze. Ber. d. Bot. Ges. 1938.

Maki Takadi, Studies on the Thoracic Musculature of Insects. Mem. Faculty Sc. and Agric. Taihoku Imp. Univers. **24**, No. 1. Entomology Nr. 10 ,1938. (343 S. u. 17 Taf.).

Malenotti, E., Terzo biennio, di studio sui nemici del melo (1936—1937). L'Italia Agricola **75**, 1938.

Malenotti, E., Solforazioni contro il „Verme" del Pesco. Atti Accad. Agric. Sc. Lett. Verona, Ser. V, Vol. **26**, 1938.

Malenotti, E., Il congresso agrario internazionale de Bratislava. Ebenda.

Malenotti, E., Interruzione artificiale di diapausa in *Cydia molesta* Busk. Ebenda.

Malenotti, E., Sul problema della Piralide del granturco. Convegno Nazionale di Maiscoltura di Bergamo. 1939.

Malenotti, E., Disinfestazione di steli di mais contro la Piralide. Giorn. Agric. Domenica **48**, 1938.

Malenotti, E., Apicoltura e filoterapia. L'Apicoltore d'Italia **17**, 1938.

Malenotti, E., Osservazioni sulle schiusure della piralide del mais. Giorn. Agric. Domenica. **15**, 1937.

Matsumura Em., S., siehe Japan.

Marais, Eugen, N., The soul of the White Ant. With a Biografical Note by his Son, translated by Winifred de Kok. Mit einer Reihe von Abbildungen, 184 S. London, Methuen u. Co. Ltd., 1937. Preis 7 s 6 d.

Miao, C. P., Study of some forest insects of Nanking and its vicinity II. Observations on Lappet Moth (*Metanastria ampla* Walk.). Contrib. Biol. Labor. Sc. soc. of China. **13**, No. 2.

Misaka, K., Studien über den Mechanismus für Abtötung der Eier von *Chilo simplex* Butl. mit Nicotinsulfat. Zweite Mitteilung: Über die Beziehnng der Verflüchtigung des Nikotinsulfates zu seiner Eierabtötung. J. Imp. Agr. Exp. Lt. Tokyo **3**, 1938.

Morgenthaler, O., Der Milbenbefall der Honigbiene, ein neu entstandener Parasitismus. Mitt. Nat. Ges. Bern aus dem Jahre 1937. Bern 1938.

Morgenthaler, O., Bienenkrankheiten im Jahre 1937. Schweiz. Bienenzeitung 1938.

Müller, E. W. A., Wann erlischt der Hausbockkäfer-Befall? „Haus u. Grund" (Saarbrücken) 13. Mai 1939.

Müller, E. W. A., Hausbock (Holzwurm-) Schäden an der Bergstraße. Bergstr. Anzeigenblatt. 6. Juni 1939.

Müller, H. J., Die intracelluläre Symbiose bei *Cixius nervosus* L. u. *Fulgora europaea* L. (*Homopat. Cicad.*) als Beispiele polysymbionter Zyklen. VII. Intern. Kongr. f. Entom. Weimar 1939.

Neu, W., Die Entwicklung naturwissenschaftlicher Museen in der Türkei. Bund d. dtsch. naturw. Museen (Abt. des dtsch. Museumsbundes). 31. Flugblatt. Berlin 1936.

Neuheiten auf dem Gebiet des Pflanzenschutzes. Herausgegeben v. L. Fulmek. **32**, 1939. Folge 1 u. 2.

Niijima, Yohs., and **Kinoshita E.**, Insects of Jehol (VII). — Family *Scara bacidae*. (Mit 4 Tafeln.) Rep. Forst. Sc. Expeditions to Manschoukuo. Sect. V. Div. I. Part. XI. 1937.

Nolte, H. W., Die Legeapparate der Dorcatomien (*Anobiidae*) unter besonderer Berücksichtigung der symbiontischen Einrichtungen. Verh. d. Dtsch. Zool. Ges. 1938.

Nolte, H. W., Die Widerstandsfähigkeit der Spiegelraupen der Nonne (*Lymantria monacha* L.) gegen Kälte. Anz. Schädlingsk. **15**, 1939.

Nolte, H. W., Zur Biologie des Lilienhähnchens. Die kranke Pflanze **16**, 1939.

Nolte, H. W., Die Tachinierung der Nonnenraupen in einigen sächsischen Revieren in den Jahren 1937 u. 1938. Thar. Forstl. Jahrb. **90**, 1939.

Norris, K. R., A population study of the red-legged Earth Mites (*Halotydeus destructor*) in Western Australia, with Notes on associated Mites and Collembola. Commonwealth Australia. Counc, Sc. and Ind. Res. Pamphl. No. 84, 1938.

Nunberg, M., Neue Arten der Gattung *Platypus* Hrbst. aus Peru (Coleopt.). An. Mus. Zool. Polonici **13**, 1939.

Nunberg, M., Przyczynek do znajomości sposobu żerowania gasienicy zwojki sosnówki (*Cacoecia piceana* L.). Las Polski No. 5, 1938.

Nunberg, M., Einiges über das Vorkommen der Forleule in Suwalskie und Wileńskie. (Poln. m. dtsch. Zusammenfassung.) Ebenda 1937.

Nunberg, M., Organisation de la lutte contre l'invasion de la *Panolis flammea* en 1931 bis 1935 sur les terrains de forêts domaniales en Pologne. (Poln. mit französ. Referat). Prace I-go Pols. Nank. Zjazda Lésniczego 1935.

Nunberg, M., Beitrag zur Kenntnis der Borkenkäferparasiten aus der Familie Chalcididae. Polsk. Pisma Entom. **9** (1930).

Ogijewicz Borys, Innervierung und Sinnesorgane der Beine der Hymenopteren. (Polnisch mit deutscher Zusammenfassung.) Trav. Soc. Sc. et Lettres Wilnn **13**, 1939.

Ogijewicz, Borys, Beitrag zur Kenntnis der Coleopterenfauna (*Elateridae Buprestidae*) der Umgebung von Wilno. (Polnisch mit deutscher Zusammenfassung.) Ebenda.

Pagast, F., Zur Rassen- und Artbildung in der Papilio-machaon-Gruppe. Die Naturwissenschaften **27**, 1930.

Paliatseas, Pl., *Chloridea obsoleta* F. (*Heliothis armigera* Hb.). Thessalonike 1939.

Parkin, E. A, The depletion of starch from timber in relation to attak by *Lyctus* Bectles. II. A preliminary experiment upon the effect of girdling standing oak trees. Forestry **12**. London 1938

Parkin, E. A., Dasselbe. III. A second experiment upon the girdling of standing oak trees. Ebenda 1938.

Peus, Fr., Die Flöhe. Bau, Kennzeichen und Lebensweise, Hygienische Bedeutung und Bekämpfung der für den Menschen wichtigen Floharten. 106 Seiten mit 29 Abbildungen. Hygienische Zoologie. Monographien zur Biologie und Bekämpfung der Gesundheits- und Wohnungsschädlinge. Band 5. Verlag Dr. Paul Schöps, Leipzig 1938. Preis kart. 4,80 RM., geb. 6,00 RM.

Plessis, C. du, The influence of weather conditions on the incipient swarming of the Brown Locust *Locustana pardalina* (Walkers). Dep. Agr. Forestry Union of South Africa. Bull. Nr. 186. 1938.

Polen. Rocznik Ochrony Roślin. Redaktion: Dr. J. Ruczkowski. Tom. **5**. Heft 5 u. 6. Pulawy 1938.

Porchet, Berthe, Contribution à l'étude de la levure *Torulopsis pulcherrima*. An. Fermentations **4**. 1938.

Prüffer, Jan., Resultate der achtjährigen Beobachtungen über Schwarmflüge der Maikäfer in Polen. Rocz. Ochr. Rośl. **6**. 1939. (Polnisch mit deutscher Zusammenfassung.)

Prüffer, Jan., Beitrag zur Kenntnis der Biologie und der Bekämpfungsmethoden der *Myelophilus piniperda* L. und *M. minor* Hart. (Polnisch mit deutscher Zusammenfassung.) Trav. Inst. Zool Univ. Vilno 1939.

Prüffer, Jan., Vielmahige Population in bezug auf die Methode des Abfangens der Männchen von *Lymantria dispar* L. Ebenda.

Pupiska, Fryda, *Clubionidae*, *Drassidae Dysderidae* (Arachn.) der Umgebung von Wilno. Trav. Soc. Sc. et Lettres. Wilno **13**, 1939.

Reier, J., Ein Beitrag zur Biologie, Prognose und Bekämpfung der kleinen Fichtenblattwespe (*Nematus abietum*) im ostpreußischen Fichtenwald. Deutsche Forstzeitung **7**, 1938

Richm, E., siehe Biolog. Reichsanstalt.

Roark, R. C., Review of United States Patents relating to Pest Control. N. S. Dep. Agr. Bureau of Entom. and Plant Quarantine Vol. **11**, Nr. 10, 11, 12; Vol. **12**, Nr. 1, 2, 3, 4. 1938 und 1939.

Rübsaamen, Ew. H., und **Hedicke, H.**, Die Zoocecidien durch Tiere erzeugte Pflanzengallen Deutschlands und ihre Bewohner. Lief. IX. (Rest des Bandes II, S. 329 bis 350, Tafel XXXVI bis XLII. Zoologica XXIX. Band. Preis 27 RM. E. Schweitzerbartsche Verlagsbuchhandlung, Berlin 1939.

Schädlingsbekämpfer, Der. Hausmitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Schädlingsbekämpfung 1939, Nr. 2.

Schimitschek, E., Forstentomologische und Forstschutzliche Beobachtungen in der Türkei. Nr. 1. T. C. Yuksek Ziraat Enstitüsü calismarindan, Heft 64. Ankara 1937.

Schneider, F., Ein Vergleich von Urwald und Monokultur in bezug auf ihre Gefährdung durch phytophage Insekten auf Grund einiger Beobachtungen an der Küste von Sumatra. Schweizer. Zeitschr. f. Forstwesen. 1939.

Schreven, A. Ch. van, Über die sogenannten Tracheenlungen von Gryllus domesticus. Zool. Anz. **121**, 1938.

Sedlaczek, W., Vorschläge zur Bekämpfung und Verhinderung der Schäden durch Tannenläuse (*Dreyfusia spec.*). Centralbl. ges. Forstw. **64**, 1938.

Smit, C. J. B., Field observations on the Brown Locust in an outbreak centre. Dep. Agr. Forestry. Union of South-Africa, Bull. No. 190, 1939.

Stachelin, M., Observations sur la fécondation et la fructification des arbres fruitières. Bull. Soc. Vand. Sc Nat. **60**, 1938.

Staehelin, M., La desinfection partielle du sol et son application pratique. Journ. Hortic. Canton Vaud, 1938.

Steiner, P., Zur Prüfung des Bekämpfungswertes von Hausbockbekämpfungsmitteln. Anzeiger f. Schädl **15**, 1939.

Stellwaag, F., Vorläufige Mitteilung über Versuche zur chemischen Winterbekämpfung der Traubenwickler. Wein u. Rebe **20**, 1938.

Stellwaag, F., Toxikologische Probleme in der Schädlingsbekämpfung. Angew. Chemie **51**, 1938.

Stellwaag, F., Bericht über die Arbeiten des Institutes für Pflanzenkrankheiten für das Jahr 1937. Wissensch. Jahresbericht der Versuchs- u. Forschungsanstalt Geisenheim.

Süd-Afrika. — The Journal of the Entomological Society of Southern Africa. Vol. **1**. (30. March 1939.) (152 S.) Pretoria 1939

Thalenhorst, W., Ergebnisse einer Zucht von *Meteorus versicolor* Wesm. Arch. phys. u. angew. Entomologie **6**. Berlin-Dahlem 1939.

Thiem, H., Quassia als wirksames Mittel zur Bekämpfung der Pflaumensägewespen *Hoplocampa minuta* Chr. u. *H. flava* L. VII. Intern. Kongr. f. Entom. 1938.

Thiem, H., Zur Lage und Gestaltung der Maikäferbekämpfung. (Mit 12 Abb.) Ebenda.

Thiem, H., Über den Stand der Bekämpfung der Kirschfruchtfliege (*Rhagoletis cerasi* B.).

Titschack, E., Zur Frage der Neuordnung der deutschen zoologisch-wissenschaftlichen Sammlungen. Bund der Deutschen naturw. Museen. 38. Flugblatt. Stuttgart 1939.

Tonnoir, A. L., On the taxonomy of *Helicobia australis* (*Sarcophag.*), a Dipterous insect associated with grashoppers. Proc. Linn. Soc. New South Wales 1938.

Trägårdh, Ivar, Some problems of modern forestentomology. IX. Congr. Internat. Verband Forstl. Versuchsanstalten 1936.

Trägårdh, Ivar, Sveriges Skogsinsekten. Zweite, umgearbeitete Auflage. 505 S. mit 570 Abbild. im Text. Stockholm, Hugo Gebers Förlag. 1939.

Trinchieri, G., Per un elenco internazionale di fitofarmachi di riconosciuta efficacia. Riv. Pat. Veg. **29** (1939).

Ullyett, G. C., Host selection by *Microplectron fuscipennis* Zett. (*Chalcididae, Hymenoptera*). Proc. B. Soc. London Ser. B. **120**, 1936.

Ullyett, G. C., The physical, ecology of *Microplectron fuscipennis* Zett. (*Hym. Chalc.*). Bull. Ent. Res. **27**. 1936.

Ullyett, G. C., Host Density and the Success of Entomophagous Parasites. Nature **137**. 1936.

Vappula, N. A., Tuholaisten Esiintymen v. 1937. (Auftreten der Schädlinge in Finnland i. J. 1937.) Valt. Maatal. Tied. No. 15. Helsinki 1939.

Vietinghoff, Frh. A. von, 8. Jahresbericht der staatlich anerkannten Vogelschutzwarte Neschwitz des Landesvereins Sächsischer Heimatschutz vom 1. Januar 1930 bis 3. April 1939. Als Manuskript gedruckt.

Viljoen, E. R., The use of poison bait against the Red Locust. Union of South Africa. Dep. Agr. and Forestry. Locust Destruction. Circ. No. 3. Pretoria 1939.

Viljoen, P. R., The use of poisou bait against the Brown Locust. Ebenda No. 15.

Weyer, Fr., Die goographische Verbreitung der Rassen von *Anopheles maculipennis* in Deutschland. Ztschr. f. Parasitenkunde **10**, 1938.

Weyer, Fr., Ein Zwitter von *Culex pipiens* L. Zool. Anz. **123**, 1938.

Weyer, Fr., Das Verhalten von *Anopheles maculipennis* im Winter. Verhandl. Dtsch. Zool. Ges. 1937.

Weyer, Fr., Versuche zur Übertragung durch Steckmücken. Arch. Schiffs- und Tropen-Hygiene **41**, 1937.

Weyer, Fr., Reine Biologie und ihre Beziehungen zu den praktischen Aufgaben am Hamburger Tropeninstitut. Festschr. Nocht 1937.

Weyer, Fr., Rassenforschung bei Stechmücken. Die Naturwissenschaften **25**, 1937.

Weyer, Fr., Die Malaria-Überträger. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Anopheles-Arten, mit Angaben über Verbreitung, Brutgewohnheiten, Lebensweise und praktische Bedeutung. Mit Geleitworten von Prof. Dr. P. Mühlens und Prof. Dr. E. Martini. 136 S. mit 15 Abbild. Leipzig, Georg Thieme Verlag, 1939. Preis geb. 9,80 RM.

Wengrisówna Janina, Neue Arten der Ameisenfauna aus der Umgebung von Wilno. (Polnisch mit deutscher Zusammenfassung.) Tran. Soc. Sc. et Lettres Wilno, **13**, 1939.

Wilkus, Edw., Einige Versuche über den Einfluß intermittierender Fütterung auf die Entwicklung und das Wachstum der Schabenlarven. Zeitschr. vergl. Phys. **26**, 1938.

Wilson, Fr., Some experiments on the influence of environment upon the form of *Aphis chloris* Koch. Trans. R. Ent. Soc. London **87**, 1938.

Wilson, Fr., Notes on the insect enemies of Chermes with particular reference to *Pineus pini* Koch and *P. strobi* Hartig. Bull. Ent. Res. **29**, 1939.

Woelfle, M., Waldbau und Forstmeteorologie. Dissertation (75 S.). München 1938.

Wotkowicka, Irena, Überwinterung des Schwammspinners und seine Entwicklung in verschiedenen Tageszeiten. Trav. Soc. Sc. Lettres Wilno **13**, 1939.

Wrangel, H. v., Messingkäfer. Mitteil. Auskunftstelle Schädlingsbek. Inst. f. landw. Zoologie. Universtät Berlin. Nr. 19. 1939.

Yagi, N., On the structure and dioptrics of compound eye of *Chilo simplex* Butl. J. Imp. Agr. Exp. Stat. Nisigahara Takyo. **3**. 1938.

Yuasa, H., and **Endó, T.**, Morphology and Bionomics of immatures stages of Japanese Chafer Beetles. I. *Anomala cuprea* Hope. J. Imp. Agr. Exp. Stat. Nisigahara-Tokyo. **3**. 1938.

Zacher, Fr., Die Gliedertiere (Arthropoda) der Mühlen und Getreidespeicher in Deutschland. Mitt. Ges. Vorratsschutz. Sonderheft 1938.

Zander, E., Ein Leben mit Bienen. Uns' Immen **19**, 1939.

Zirngiebl, L., Pteronus eurysterna Zdd. var. nov. struvei. Abb. Nat. Ver. Bremen **31**, 1939.

Zirngiebl, L., Veränderungen am Flügelgeäder von *Xiphydria prolongata* Geoffr. Ebenda.

Zirngiebl, L., Biologische Notizen über Blattwespen. Pfälzisches Museum **49**, 1932.

Zirngiebl, L., Holzschäden durch die Riesenholzwespe *Sirex gigas* L. und *Paururus juvencus var. noctilio* F. Ebenda **50**, 1933.

Zurbuchen, Käthi. Die Nebenkörper (Corpora allata), ein Organ mit unbekannter Funktion bei der Honigbiene. Schweiz. Bienenztg. 1938.

Band XXVI, Heft 3

Originalaufsätze

(Aus der Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft)

Der Luzerneblattnager (Phytonomus variabilis Herbst)

Von

Otto Kaufmann

(Mit 29 Abbildungen)

II. Teil

Inhaltsübersicht

		Seite
V.	Epidemiologie	388
	A. Schadbild und Schadwirkung	388
	B. Massenwechsel	393
	1. Untersuchungen in Schleswig-Holstein	393
	2. Allgemeine Bedingungen des Massenwechsels	398
	a) Vermehrungspotenz	399
	b) Ökologische Begrenzungsfaktoren	399
	aa) Begrenzungsfaktoren aus der belebten Umwelt	400
	bb) Begrenzungsfaktoren aus der unbelebten Umwelt	403
	C. Geographische Verbreitung	417
	D. Voraussage	417
VI.	Die Parasiten und räuberischen Feinde	419
	A. Die echten Parasiten	421
	1. Eiparasiten	421
	2. Larvenparasiten	421
	3. Parasiten der Präpuppe und Puppe	425
	4. Imaginalparasiten	427
	5. Pilzliche Parasiten	427
	B. Räuberische Feinde	428
VII.	Bekämpfung	429
	A Quarantäne	430
	B. Kultur- und Pflegemaßnahmen	431
	C. Direkte Bekämpfung	436
	D. Bekämpfung unter deutschen Verhältnissen	438
VIII.	Zusammenfassung und Ergebnisse	439
IX.	Schrifttum	443

* * *

V. Epidemiologie

A. Schadbild und Schadwirkung

Das Fraßbild, das in seiner Mannigfaltigkeit von den verschiedenen Larvenstadien (siehe S. 326) und von den Alt- und Jungkäfern erzeugt wird (siehe S. 336), braucht, wirtschaftlich gesehen, noch zu keinem Schaden an der Luzerne zu führen, da diese Pflanze mit ihrer ungewöhnlichen Regenerationskraft und ihrem Reichtum an Blatt- und Stengelmasse eine gewisse Einbuße nicht nur verträgt, sondern darauf unter Umständen sogar mit vermehrter Krauterzeugung antwortet. Es muß infolgedessen der Luzerneblattnager schon in Mengen auftreten, damit von einem wirklichen Schaden die Rede sein kann. Welche Massen von Käfern und Larven aber tatsächlich die Luzerne in den schwer verseuchten Gebieten der Vereinigten Staaten und im Vergleich dazu bei uns in Deutschland bevölkern können, soll später im Abschnitt „Massenwechsel" besprochen werden. Hier soll zunächst das Vorhandensein einer größeren Masse überwinterter Käfer vorausgesetzt werden, um das Schadbild und die Schadwirkung bei epidemischem Auftreten des Schädlings verfolgen zu können.

Wenn im Frühjahr die Temperaturen anhaltend wärmer werden, beginnen zunächst die auf dem Luzernefeld überwinterten Käfer mit dem Frühjahrsfraß, später, nach weiterer Erwärmung, kommen auch die Tiere hinzu, die in eigentlichen Winterlagern abseits vom Felde die kalte Jahreszeit verbracht haben. Die Käfer nagen in dieser Zeit nur spärlich an den ersten Triebspitzen und von einem Schadbild oder einem Schadfraß kann dabei noch nicht gesprochen werden. Ein erhöhter Nahrungsbedarf setzt erst ein, wenn die Temperaturen weiterhin ansteigen. Es beginnt nun ein „Wettlauf" zwischen den Käfern und deren Larven, die die Blattmasse vertilgen, und den Pflanzen als den Erzeugern dieser Blattmasse. Wie auf S. 355 dargestellt, unterliegt die Pflanze, wenn das Frühjahr zeitig einsetzt und warme und trockene Temperaturen vorherrschen und dadurch die große Masse der älteren Larven sich mit ihrem Fraß voll auswirken kann, ehe die Luzerne die erste Schnittreife erlangt. Von den Altkäfern werden die Stengel angefressen und vielerorts der Epidermis beraubt und außerdem zahlreiche Löcher für die Eigelege gebohrt. Die Larven befallen zunächst die jungen Blattknospen und Achseltriebe und später als ältere Stadien auch das übrige Blattwerk. Sie beginnen an den Spitzen der Triebe, fressen ein Blatt nach dem andern bis auf die Nerven herunter und rücken, wenn sich oben der Bestand zu lichten beginnt, allmählich tiefer. Sie verschonen schließlich auch die älteren Blätter und jungen Stengel nicht und nehmen in der Not sogar die Epidermis der alten Stiele und Stengel als Nahrung an. Derartig befallene und befressene Schläge bekommen eine stumpfe, graue Farbe und sehen aus, als ob sie unter Frost gelitten hätten. Als Nebenwirkung ergibt sich, daß die Bodenbeschattung geringer wird und der Unkrautwuchs zunimmt.

Auch nach dem ersten Schnitt sind derartig befallene und stark beschädigte Felder naturgemäß noch von zahlreichen Larven bewohnt. Sie fallen sofort über die kurzen, jungen Triebe her und können das Wachstum so sehr zurückhalten, daß der zweite Schnitt um Wochen verschoben werden muß oder sich kaum lohnt. Zu dieser Zeit kommen auch die inzwischen geschlüpften Jungkäfer den Larven bei ihrem Zerstörungswerk zu Hilfe. Zur Zeit des Wachstums des dritten Luzerneschnittes sind in der Regel nur noch wenig Larven oder fressende Käfer auf den Feldern vorhanden. Infolge der Verzögerung des zweiten Schnittes ist aber nach voraufgegangenem starken Schadfraß auch die dritte Ernte oft nur spärlich oder kaum lohnend.

Diese extremen Schadbilder sind bisher nur aus den Vereinigten Staaten bekannt geworden und da sie in manchen Gebieten oft viele Jahre hintereinander auftraten, wenn nicht eine radikale Bekämpfung durchgeführt wurde, so ist *Ph. variabilis* hier mit vollem Recht außerordentlich gefürchtet.

Reeves und Mitarbeiter (1916) rechneten mit einem durchschnittlichen Verlust am ersten Schnitt von 50 % und, wenn keine Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt wurden, auf stärker befallenen Schlägen mit einem Totalverlust des zweiten Schnittes. Der Gesamtverlust an Luzerne im Staate Utah wird mit jährlich 3 Mill. Dollar angegeben. Reeves (1927 a) erwähnt, daß der Schädling in den ersten 9 Jahren seines Auftretens in den Vereinigten Staaten Jahr für Jahr den ersten Luzerneschnitt fast vernichtet hat. In den Jahren darauf scheinen derartig katastrophale Schäden ohne Unterbrechung allerdings nicht mehr vorgekommen zu sein. Das hat einmal seinen Grund darin, daß man gelernt hat, den Käfer zu bekämpfen, aber zum andern ist offenbar später nur in einzelnen Gebieten und Jahren das Klima für die Massenvermehrung so günstig gewesen wie im ersten Jahrzehnt seines Massenauftretens. Auf einen interessanten und ganz wesentlichen Punkt weist Hagan (1918) hin, wenn er betont, daß die Luzerneernten selbst in den Massenverbreitungsgebieten sich sehr gebessert haben und zum Teil noch die Ernten übertreffen, die vor Einwanderung des Käfers gemacht wurden, und zwar nach seiner Meinung deshalb, weil man inzwischen gelernt hatte, bessere Kulturmethoden anzuwenden. Daß besonders die Pflege der Felder einen starken Einfluß auf den Besatz mit Luzernekäfern und damit auch auf den Schaden hat, betonen ausdrücklich auch Essig und Michelbacher (1933). Auf diesen Zusammenhang werden wir nochmals zurückkommen müssen, da wahrscheinlich das relativ geringe Auftreten des Schädlings in Europa und besonders auch in Deutschland nicht zuletzt auf die anders gearteten Anbau- und Pflegemaßnahmen zurückzuführen ist. Diesen Gedanken werfen auch Essig und Michelbacher (1933) schon auf, wenn sie feststellen, daß es außerordentlich schwierig ist, sich über die Bedeutung von *Ph. variabilis* in der alten Welt ein klares und vergleichbares Bild zu verschaffen, da hier "the methods of farming are so different from

those in America". Sie geben eine kurze Literaturzusammenstellung über die Schadwirkung des Käfers in den einzelnen Ländern, die folgendes Bild ergibt:

Schweden: Bis 1903 unbekannt, dann an einzelnen Stellen beobachtet (Tulgren [1917]).

Dänemark: Ernsterer Larvenschaden an Luzerne im Juni und Juli an einigen Stellen (Lind, Rostrup und Kølpin Ravn [1917]).

Frankreich: Der Luzerneblattnager schädigt in der Hauptsache den 2. Schnitt in Südfrankreich (Picard [1914a]).

Die Luzerne leidet unter den Angriffen des Käfers (Marchal und Foex [1921]).

Chamberlin (1924b), der sich zum Studium der Parasiten des Luzerneblattnagers in Frankreich aufgehalten hat, fand die Käfer am zahlreichsten im Rhonetal. Verschiedene Felder beherbergten sie in beträchtlicher Anzahl (in a fair number).

Spanien: Zum erstenmal als Schädling der Luzerne entdeckt und vor 1929 in Spanien unbekannt (Spain [1929]).

Bulgarien: Schaden an Luzerne an vielen Stellen (Chorbadzhiev [1931]).

Europäisches Rußland: *Ph. variabilis* gehört zu den Insekten, die Blätter und Stengel der Luzerne in Kiev befressen (Vassiliev [1913]).

Der Käfer war im Kaukasus in diesem Jahre zahlreich (Uvarow [1917]).

Der Käfer kam im Distrikt Lublin und Kielze häufig an Luzerne vor (Woroniecka [1924]).

Asiatisches Rußland: Höchst zahlreich und schädlich in Taschkent im März (Smirnow [1913]).

Schädliches Auftreten des Käfers an Luzerne in Turkestan Plotnikov [1914]).

Zahlreiche Käfer und großer Schaden auf einem Felde bei Taschkent (Dvornitchenko [1917]).

Ernste Schäden an Baumwollsaat in Turkestan (Yakhontov [1929]).

In den kurzen Angaben über das Schadauftreten des Luzernekäfers in Deutschland verweisen Essig und Michelbacher auf die Aufsätze von Lüstner (1923), Molz und Müller (1929) und Krüger (1933). Lüstner hat über ein örtlich begrenztes Auftreten von *Ph. variabilis* an Luzerne im Rheingau und in Rheinhessen berichtet. Molz und Müller fanden den Schädling in der Provinz Sachsen, wo er im Jahre 1929 an sechs verschiedenen Stellen an Luzerne ganz beträchtliche Zerstörungen und Ernteverluste hervorrief. Krüger berichtet über einen Fall, wo der Käfer auf einem zur Saatgewinnung bestimmten Schlag mit Hornschotenklee in der Grenzmark 1931 auftrat. 1932 war das gleiche Feld wiederum, und zwar so stark befallen, daß

eine Bekämpfung mit Arsen durchgeführt wurde, um die Saat zu retten. Seit dieser Zeit ist, abgesehen von mehr referierenden Aufsätzen, in Deutschland nur eine weitere Mitteilung von Lehmann (1933) erschienen. Nach diesem Autor ist der Luzerneblattnager im Frühjahr 1933 in der Provinz Sachsen und in Thüringen stellenweise stark aufgetreten.

Nach diesen wenigen Mitteilungen, nach denen es sich immer nur um ein örtlich verhältnismäßig eng begrenztes Schadauftreten handelte, das auch nur bis in das Jahr 1922 zurückreicht, muß man den Eindruck gewinnen, daß *Ph. variabilis* in Deutschland nur selten in größeren Mengen auftritt.

Im Jahre 1936 wurde von mir eine Umfrage an sämtliche Pflanzenschutzämter gesandt und gleichzeitig die bis dahin beim amtlichen Pflanzenschutzmeldedienst der Biologischen Reichsanstalt vorhandenen Meldekarten überprüft. Das Ergebnis dieser Untersuchungen zeigte, daß der Luzerneblattnager doch nicht ein so seltener Gast in Deutschland ist, wie es die bisherigen Veröffentlichungen erwarten lassen und läßt gleichzeitig erkennen, daß dieser Schädling im letzten Jahrzehnt offenbar stärker und häufiger aufgetreten ist als früher. Nach diesen Mitteilungen und unter Berücksichtigung der bisherigen deutschen Veröffentlichungen ergibt sich folgendes Bild über das Auftreten von *Ph. variabilis* im Altreich [1]).

Provinz Ostpreußen: **1928** bis 1933; **1934**; **1935**; 1936. (Alljährlich und oft stark schädlich an Luzerne und Wicken, 1928 auch an Lupine, Pferdebohnen und Klee [2]).
Provinz Grenzmark-Posen-Westpreußen: **1928**; 1929; 1930; 1931; 1932; 1934.
Provinz Brandenburg: 1928; **1929**; 1930.
Provinz Pommern: 1929.
Provinz Schlesien: 1929; 1935 [3]); 1936.
Provinz Sachsen: **1929**; 1930; 1932 bis 1936.
Provinz Schleswig-Holstein: 1930; 1931; 1936; **1937**; 1938.
Provinz Hannover: 1927.
Rheinprovinz: 1922.
Freistaat Sachsen: 1934; 1936.
Freistaat Thüringen: 1929; **1933**; **1936**.
Freistaat Hessen: 1922.
Freistaat Mecklenburg: 1929.
Freistaat Anhalt: 1929; 1933.

Aus den in dieser Aufstellung nicht erwähnten Ländern und Provinzen des Reiches ist ein Auftreten des Luzerneblattnagers als Schädling bisher noch nicht gemeldet worden. Es wäre gewiß falsch, aus diesen Fehlanzeigen schließen zu wollen, daß *Ph. variabilis* in den be-

[1]) Die stärkeren Schadjahre sind fett gedruckt.
[2]) Nach Mitteilung von Dr. Crüger, Königsberg.
[3]) Nach Mitteilung von Dr. Nitsche, Guhrau.

treffenden Landesteilen nicht vorkommt oder nicht vorgekommen ist. Viel wahrscheinlicher ist, daß sein Auftreten so schwach war, daß er entweder nicht gemeldet oder nicht erkannt worden ist. Auch die Gründe sind leicht einzusehen: Käfer und Larven besitzen eine außerordentlich gute Schutzfarbe und führen ein verborgenes Dasein. Der Schadfraß muß deshalb schon erhebliche Ausmaße annehmen, um nicht übersehen oder als Mißwuchs schlechthin angesprochen zu werden.

Um einen Einblick in die Verbreitung und das mengenmäßige Auftreten des Luzerneblattnagers in Deutschland zu bekommen, wurden auf Veranlassung des Verfassers im Jahre 1937 Netzfänge auf Luzerne in verschiedenen Landesteilen durchgeführt und das erbeutete Material bei der Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt in Kiel untersucht und in Zucht genommen. Das Ergebnis ist in der folgenden Tabelle 1 zusammengestellt:

Tabelle 1

Datum des Fanges	Fangort	Anzahl der Fangschläge	Anzahl der erbeuteten Larven III und IV	Käfer
26. 6.	Mötzlick, Provinz Sachsen	50	29	—
26. 6.	Zöberitz, „ „	50	42	—
26. 6.	Breslau, Provinz Schlesien	50	5	—
26. 6.	Rostock, Mecklenburg	rd. 70	385	1
29. 6.	Weichlaub, Provinz Sachsen	50	10	—
30. 6.	Bernburg, Anhalt	50	59	—
1. 7.	Landsberg, Grenzmark	50	4	2
2. 7.	Aschersleben, Provinz Sachsen	50	21	2
2. 7.	Rathmannsdorf, „ „	50	1	3
3. 7.	Guhrau, Provinz Schlesien	50	52	—
3. 7.	Rostock, Mecklenburg	rd. 70	234	3

Diese Fänge stellen nur Stichproben dar. Sie zeigen aber, daß in jedem Falle der Luzerneblattnager nachgewiesen werden konnte, in Rostock (Mecklenburg) sogar in recht beachtlicher Menge. Sechs weitere Fangergebnisse aus der Provinz Sachsen und aus Anhalt sind hier fortgelassen, da sie sich zwar auf andere Schläge, aber die gleichen Örtlichkeiten beziehen. Auch auf diesen Feldern war der Schädling ausnahmslos vorhanden.

Am eingehendsten konnte naturgemäß die Provinz Schleswig-Holstein abgetastet werden. Im ganzen wurden hier etwa 25 Luzerneschläge zum Teil mehrmals befangen und untersucht. Die Orte und genauen Fangergebnisse sind aus Tabelle 2 auf Seite 397 zu entnehmen, die dort im andern Zusammenhange gebracht wird. Diese Fänge begannen am 13. Mai, endigten am 27. August und waren auf keinem einzigen Felde negativ. In manchen Fällen wurden sogar mit 50 Netzschlägen bis zu 26 Käfer und mehr als 500 Larven III und IV gefangen.

Bezeichnend ist, daß auch nicht ein Besitzer den Schädling auf seinem Felde selber entdeckt hat, obwohl manche stark durch den Larvenfraß mitgenommen waren und infolgedessen recht kümmerlich aussahen.

B. Massenwechsel

Der Massenwechsel von *Phytonomus variabilis* ist zeitlich und mengenmäßig außerordentlich vom Klima und von der Witterung abhängig. Wegen der verborgenen Lebensweise der Käfer am Grunde der Pflanzen läßt er sich am besten durch die Massenbewegung der Larven erfassen, die mit dem Fangnetz verhältnismäßig leicht zu erbeuten sind. Auch hierbei ist allerdings eine Beschränkung auf die dritten und vierten Stadien erforderlich, da man selbst bei scharfem Abstreifen der Pflanzen die im Innern der Knospen und Blattachseln verborgenen Junglarven praktisch gar nicht und die Zweitlarven nur in sehr geringer Anzahl erbeutet. Will man die Käfer und Larven I und II mit berücksichtigen, so sind Suchfänge und ein Präparieren der Pflanzen notwendig. Da es gerade die Larven III und IV sind, die den Hauptschaden hervorrufen, und da der Zeitpunkt des Auftretens und die Menge dieser Stadien den Ausschlag über das Wohl und Wehe des Luzerneschlages geben, kann man bei praktischen Untersuchungen diesen Mangel in Kauf nehmen. Im Freilande kommt der Luzerneblattkäfer wenigstens in Deutschland nur in einer Generation jährlich vor. Es überwintert allein der Käfer. Das hat zur Folge, daß der Massenwechsel der Eier wie auch der Larven dem Verlauf einer eingipfeligen Kurve folgt. Nur das Auftreten der Käfer hat zwei Höhepunkte, je einen für die Alt- und Jungtiere. In der Praxis wird natürlich der Verlauf der Eiablage und damit auch das Auftreten der älteren Larvenstadien nicht immer der Idealform einer eingipfeligen Kurve entsprechen: Unbilden der Witterung können die Eiablage vorübergehend unterbrechen oder auch einen anormal großen Teil des jeweiligen Larvenbestandes vernichten, und schließlich sind die Fangergebnisse je nach Wetterlage und Tageszeit verschieden. Alle diese Faktoren bedingen ein Schwanken der Massenwechselkurve, vermögen aber an der biologisch gegebenen Grundform nichts zu ändern.

Sollen die gefundenen Werte für die Darstellung des Massenwechsels der *Phytonomus*-Larven dem tatsächlichen Entwicklungsverlauf weitgehend entsprechen, so muß noch eine weitere wichtige Vorbedingung erfüllt sein: Der Schlag, auf dem die Untersuchungen durchgeführt werden, darf nicht geschnitten werden, weil man auf den hochragenden Stengeln die Larven deren Lebensweise entsprechend viel leichter und damit zahlreicher erbeutet als in der ersten Zeit nach der Mahd auf den niedrigen Stoppeln. Unter solchen Umständen erhält man selbstverständlich eine mehr oder weniger scharf ausgeprägte zweigipfelige, unter Umständen auch dreigipfelige Kurve, die einen Verlauf des Massenwechsels vortäuscht, der in Wirklichkeit nicht vorhanden ist.

1. Untersuchungen in Schleswig-Holstein

In Deutschland fehlen regelmäßig über eine ganze Vegetationsperiode hinweg durchgeführte Beobachtungen und Untersuchungen über den Massenwechsel des Luzerneblattnagers noch vollständig. Die nachfolgenden eigenen Feststellungen erstrecken sich nach Voruntersuchungen im Jahre 1936 nur auf die Jahre 1937 und 1938 und auch nur auf Schleswig-Holstein. Eine Verallgemeinerung ist daher nur bedingt zulässig. Untersuchungen in anderen Klimaten und weiteren Jahren sind erwünscht. Das besondere Ziel derartiger Feststellungen wird sein müssen, den Lebensablauf des Schädlings, insbesondere das Massenauf-

treten der Altlarven zum Wachstumsverlauf und zu den Ernteterminen der Luzerne in Beziehung zu setzen, da man durch eine mit Rücksicht auf den Entwicklungsverlauf von *Ph. variabilis* zeitgerecht durchgeführte Ernte besonders des ersten Schnittes ganz wesentlich zur Bekämpfung dieses Schädlings beitragen kann.

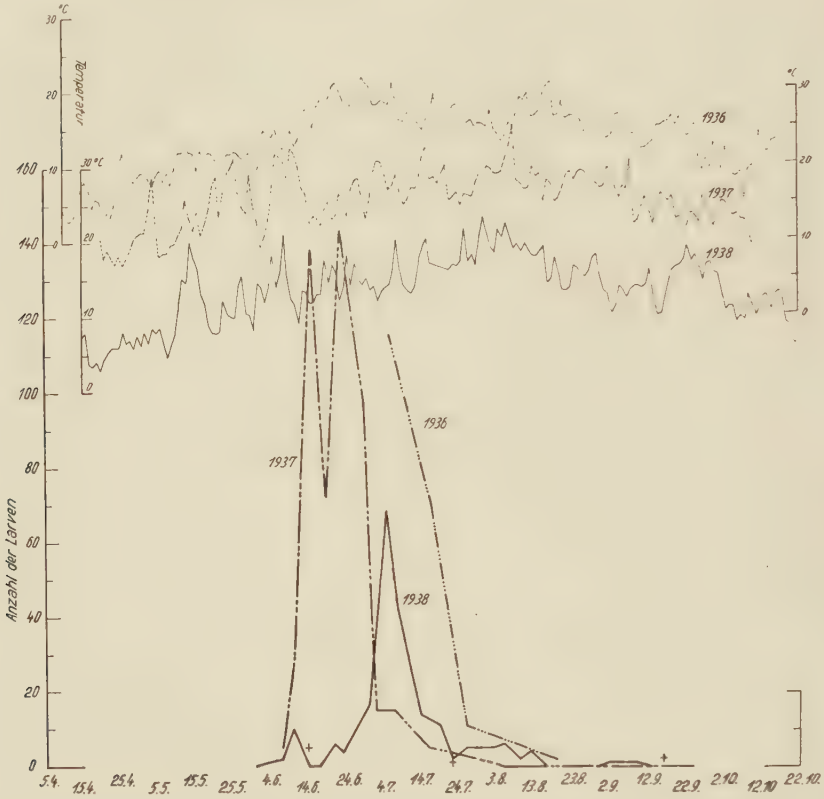


Abb. 22. Massenwechsel der Larven III und IV von *Ph. variabilis* in den Jahren 1936—1938 auf Grund von Einheitsfängen auf Luzernefeldern in Kitzeberg bei Kiel. (+ = Schnittdaten der Luzerne im Jahre 1938)

Die Massenwechselfänge, die dem in Abb. 22 dargestellten Verlauf der Larvenentwicklung zugrunde liegen, wurden auf dem Versuchsfeld der Zweigstelle auf einer kleinen 7 Jahre alten, also überständigen Luzerneparzelle mit dem Fangnetz durchgeführt. Zur Abrundung des Gesamtbildes wurden die Beobachtungen auf in der Nähe befindliche jüngere Teilstücke ausgedehnt. Soweit nicht besonders erwähnt, beziehen sich die folgenden Angaben auf die alte Luzerne.

1937: In den ersten Apriltagen begannen einzelne Horste sich zu begrünen und am 9. April wurde die Parzelle geeggt. Mitte April waren die Triebe erst 3—5 cm lang, im ganzen das Feld aber noch mehr grau als grün. Ein wesentlicher Wachstumsfortschritt wurde auch bis Ende

dieses Monats noch nicht erzielt. Am 10. Mai war das Kraut etwa 15 cm und am 20. Mai 20—25 cm hoch. Am 3. Juni war die durchschnittliche Höhe 40 cm und am 8. Juni begann die Blüte. Der Bestand war im ganzen locker und ungleichmäßig, da eine Anzahl Pflanzen bereits abgestorben war.

Im Winter 1936/37 konnten Käfer durch Untersuchung der Bodenstreu nachgewiesen werden. Das erste frei laufende Exemplar wurde aber erst am 18. April nach längerem Suchen gefunden. Am 19., 20. und 22. April war die Nachsuche trotz größeren Zeitaufwandes vergeblich, obgleich *Sitona lineata* und auch *Ph. nigrirostris* verschiedentlich angetroffen wurden. Am 27. und 29. April war die Ausbeute wiederum nur je 1 *Ph. variabilis*, am 28. sogar 0. Wiederum wurden etliche *Ph. nigrirostris* und jetzt schon zahlreiche *Sitona* gefunden. In den ersten Maitagen trat eine Änderung ein, denn am 2. Mai konnten in 12 Minuten 3 Käfer gefunden werden und außerdem wurde 1 Exemplar am Strande der Förde an einer Person sitzend festgestellt. Am 20. und 25. Mai wurden im Suchfang die meisten Käfer erbeutet, und zwar je 10 in 15—20 Minuten. Diese Zahlen sind verhältnismäßig gering; sie zeigen, daß es selbst dann noch schwierig ist, die Tiere in größerer Zahl zu erbeuten, wenn man während der Haupteiablagezeit sucht.

Die Eiablage und die Entwicklung der ersten Larvenstadien wurde im Freiland im einzelnen nicht verfolgt. Sie läßt sich nur aus den Ergebnissen der Massenwechselfänge und den für die Entwicklungsdauer bekannten Daten erschließen. Die Eiablage hat offenbar plötzlich und gleich kräftig eingesetzt, sonst könnte die Kurve des Massenauftretens der Larven III und IV kaum den steilen Anstieg zeigen, wie er aus Abb. 22 zu erkennen ist. Nach diesen Fängen traten die frei an den Blättern fressenden Stadien in bemerkenswerter Zahl zuerst am 5. Juni auf und nahmen dann innerhalb der nächsten 10 Tage sehr rasch an Zahl zu. Am 5. und 10. Juni überwogen noch die dritten Stadien, vom 15. Juni ab waren dagegen bis zum Schluß der Fraßperiode die Altlarven immer in der Überzahl. Das eigentliche Massenauftreten und damit der ernstere Schadfraß fand noch im Juni sein Ende, dauerte also im ganzen rund 20 Tage.

Wie schon erwähnt, ist die Luzerneparzelle, auf der die Netzfänge durchgeführt wurden, nicht zeitgerecht geschnitten worden, um den normalen Entwicklungsablauf der Larven nicht zu stören. Die Blüte begann am 8. Juni. Wäre der erste Schnitt am 3. Juni erfolgt, so wären zu dieser Zeit praktisch noch keine freilebenden älteren Larven vorhanden gewesen und bei sofortiger Abräumung der Blattmasse wäre zweifellos der weitaus überwiegende Teil der Nachkommenschaft zugrunde gegangen. Eine Verzögerung des Schnittes um einige Tage und ein Liegenlassen des Krautes für einige weitere Tage hätte dagegen eine ganz andere Lage ergeben müssen. Ein großer Teil der Larven hätte dann die welkenden Blätter und Blattknospen verlassen und sich an die jungen Triebe begeben, um dort den Fraß fortzusetzen.

Der allmähliche Abfall der Kurve in Abb. 22 in der Zeit vom 2. Juli bis zum 5. August ist offenbar durch die lange Lebensdauer eines geringen Prozentsatzes legender Weibchen bedingt. Für den Ansatz einer zweiten Generation liegt jedenfalls nicht der geringste Anhaltspunkt vor. Dafür sprechen auch die vollständig ergebnislosen Fänge bis zum 22. September.

Am 5. Juli wurde der Schlag erstmalig auf Puppen untersucht und dabei in 1½ Stunden 104 Gespinste eingetragen. 8 von ihnen, oder 7,7 %, waren leer und hatten vermutlich schon die Jungkäfer entlassen. In 20 Gespinsten (19,2 %) befanden sich noch Larven und in 73 (70,2 %) waren Puppen enthalten. Die restlichen 3 Gespinste enthielten die braunen Kokons der Schlupfwespe *Bathyplectes curculionis* Thoms. Am 7. Juli wurden in 50 Minuten weitere 78 Gespinste eingetragen: 2 von ihnen waren leer, 8 waren mit Jungkäfern besetzt, 7 enthielten lebende Larven und 49 lebende Puppen. In einem Gespinst befand sich eine Parasitenlarve und in einem weiteren ein Kokon der Schlupfwespe *Bathyplectes curculionis*. Während bei der Untersuchung am 5. Juli nur 1 Larve und 1 Puppe tot und verjaucht waren (1,9 %), waren es diesmal 10 = 12,8 %. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß die Puppenruhe vornehmlich in die erste Julihälfte fiel, und daß die ersten Jungkäfer etwa ab Anfang Juli auftraten.

Um in das zeitliche und mengenmäßige Auftreten des Schädlings auch in der Provinz einen Einblick zu bekommen, wurden Luzerneschläge bis Ende August befangen. Das Ergebnis ist in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Die Zusammenstellung in Tabelle 2 zeigt zunächst, daß auf keinem der 25 befangenen Luzerneschläge *Phytonomus variabilis* fehlte, zum Teil war der Schädling sogar in recht beachtlicher Stärke vorhanden, denn in den Vereinigten Staaten hat man auf Grund langjähriger Beobachtungen festgestellt, daß ernsthafter Schaden droht, wenn mit 50 Netzschlägen 500 Larven gefangen werden (Reeves [1927b]). Eine interessante Parallele zu den Untersuchungen auf dem Versuchsfeld der Zweigstelle war insofern vorhanden, als auch in der Provinz vor Juni an keiner Stelle Larven III und IV mit dem Fangnetz erbeutet wurden. Das Massenauftreten muß im großen und ganzen zur selben Zeit eingesetzt haben wie in Kitzeberg bei Kiel (Versuchsfeld), denn am 14. und 15. Juni wurden auf mehreren Schlägen schon die höchsten Ausbeuten erzielt. Überraschend ist dagegen die große Zahl von Larven am 13. Juli in Stenderupau I und II, trotzdem sie auf diesen Schlägen auch schon Mitte Juni in großen Mengen vorhanden waren. Auf diesen Feldern hat offenbar die Hauptfraßzeit länger als gewöhnlich, und zwar volle 4 Wochen angehalten. Außerdem scheint eine Vernachlässigung des Schlages das Massenauftreten der Larven sehr begünstigt zu haben.

Größere Ausbeuten an Altkäfern wurden bei den Fängen in der Provinz von Mitte Mai bis kurz nach Mitte Juni erzielt. Bei den im Juli gefangenen Käfern wird es sich vermutlich in der Hauptsache um

Tabelle 2

Massenwechselfänge auf Luzerne in Schleswig-Holstein 1937

Fangort	Fangtag	Anzahl der Fangschläge	Anzahl der Larven II, III und IV	Anzahl der Käfer	Anzahl der Larven je Fangschlag
Hollenbeck	13. 5.	50	—	2	—
Sterley-Kogel	13. 5.	50	—	2	—
Schmielau I	13. 5.	50	—	4	—
Schmielau II	13. 5.	50	—	7	—
Ratzeburg I	13. 5.	50	—	1	—
Ratzeburg II	13. 5.	50	—	8	—
Burg, Fehmarn I	19. 5.	50	—	24	—
Lütjenbrode	19. 5.	50	—	11	—
Hohenfelde	25. 5.	200	—	2	—
Fiefbergen	25. 5.	250	—	15	—
Stenderupau I	31. 5	200	—	60	—
Heiligenhafen	1. 6.	200	—	10	—
Burg, Fehmarn I	1. 6.	50	—	8	—
Burg, Fehmarn II	1. 6.	200	—	43	—
Ratzeburg I	14. 6.	50	170	—	3,4
Garkau	14. 6.	50	269	4	5,4
Jagel	15. 6.	50	525	26	10,5
Stenderupau I	15 6.	50	201	1	4,0
Stenderupau II	15. 6.	50	534	8	10,7
Westerstenderup	15. 6.	50	117	—	2,3
Burg, Fehmarn I	17. 6.	50	179	14	3,6
Burg, Fehmarn III	17. 6.	50	62	11	1,2
Lütjenbrode	18 6.	50	127	3	2,5
Büchen I	28. 6.	50	21	—	0,4
Garkau	28. 6.	50	132	4	2,6
Hollenbeck	28. 6.	50	102	2	2,0
Büchen II	28. 6.	50	38	—	0,7
Ratzeburg II	28. 6.	50	253	6	5,0
Lütjenbrode	30. 6.	50	34	2	0,7
Burg, Fehmarn I	30. 6.	50	4	—	0,1
Seefeld, Hademarschen	8. 7.	50	45	1	0,9
Neufelder Koog	8. 7.	50	22	—	0,4
Hoffeld	9. 7.	50	160	2	3,2
Jagel	13. 7.	50	35	5	0,6
Stenderupau I	13. 7.	50	611	6	12,2
Stenderupau II	13. 7.	50	rd. 500	9	rd. 10.0
Lütjenbrode	22. 7.	50	23	3	0,5
Burg, Fehmarn I	22. 7.	50	6	2	0,1
Kastorf	30. 7.	50	27	7	0,5
Ratzeburg II	30. 7.	50	36	8	0,7
Lütjenbrode	7. 8.	50	18	—	0.4
Burg, Fehmarn	7. 8.	50	23	—	0,5
Heiligenhafen	7. 8.	50	26	1	0,5
Garkau	27. 8.	50	10	3	0,2

Jungtiere handeln. Dabei fällt auf, daß die Anzahl der ins Netz geratenen Jungkäfer gering ist im Vergleich zu den Altkäfern. Das liegt vermutlich weniger an einem Abnehmen des Schädlings als vielmehr an der verschiedenen Lebensweise. Im ganzen kann man aus den Fängen in der Provinz Schleswig-Holstein entnehmen, daß auch dort das Massenauftreten der Altkäfer und damit die Haupteiablage in der zweiten Maihälfte einsetzte und sich bis in den Juni hinzog. Im Juni ging dann der Hauptschadfraß der älteren Larven vor sich, der aber auf einzelnen Feldern noch mindestens bis Mitte Juli andauerte.

Im Jahre 1936 hat übrigens auch auf der 1937 befangenen Luzerneparzelle, die die Unterlagen für die Kurve in Abb. 22 lieferte, das Massenauftreten der Larven wesentlich länger angehalten. Damals wurden am 6. Juli mit 30 Fangschlägen noch 115 Larven erbeutet, am 17. Juli 70 und am 25. noch 12. Am 10. August ging die Kurve mit 3 Larven erst der Nullinie entgegen. Auch in der Provinz wurden 1936 nach Mitte August immer noch Larven in Anzahl erbeutet.

Von 6 am 8. Juli 1936 eingetragenen Altkäfern wurden die letzten Eier am 18. dieses Monats abgelegt und einige später eingetragene Tiere legten sogar noch bis zum 23. Juli. Demnach hat im Jahre 1936 auch die Eiablage auffallend lange gedauert.

Im Jahre 1938 wurde wiederum auf dem Versuchsfeld in Kitzeberg, aber auf einem jüngeren 2jährigen Schlage, der Verlauf des Massenauftretens der Larven durch regelmäßige Netzfänge verfolgt. Das Ergebnis ist in Abb. 22 mit eingetragen. Der Höhepunkt der Kurve fiel, wie leicht zu erkennen ist, als Folge der niedrigeren Temperaturen im Jahre 1938 wesentlich später als im Jahre vorher. In dieser Kurve zeichnen sich auch die durch ein Kreuz markierten Schnittermine durch ein vorübergehendes Absinken der Larvenzahl deutlich ab.

2. Allgemeine Bedingungen des Massenwechsels

Das Auftreten mehr oder weniger großer Mengen des Luzerneblattnagers ist, wie bei allen Lebewesen, innerhalb des tatsächlichen Verbreitungsgebietes das Ergebnis aus dem Widerstreit zweier Kräftegruppen: Der Vermehrungspotenz, die dem Schädling innewohnt, und den ökologischen Begrenzungsfaktoren, die seine Entwicklung hemmen oder völlig unterbinden. Hierbei wird der Begriff Begrenzungsfaktor weit gefaßt und gewissermaßen mit zwei Vorzeichen versehen. Einmal ist die Abnahme, in einem andern Falle vielleicht die Zunahme der Wirkung oder Masse bestimmter Faktoren, die eine Begrenzung hervorruft, da auch die Vermehrungspotenz nur unter bestimmten Voraussetzungen maximal zur Auswirkung kommt. Eben diese Voraussetzungen sind schon positiver oder negativer Natur, daher müssen auch die Abweichungen, wenn sie begrenzend wirken sollen, negativer und positiver Art sein. Der Faktor „Nahrung“ z. B. ist lebensnotwendig. Sie muß in bestimmter Art und Menge vorhanden sein, damit die artgegebene Vermehrungspotenz Wirklichkeit werden kann. Dieser Faktor

hat demnach von vornherein ein positives Vorzeichen, und jede Verminderung engt räumlich und mengenmäßig auch die Vermehrungsmöglichkeit dem Organismus ein, dessen Leben daran gebunden ist. Fehlt die Nahrung örtlich oder überhaupt ganz, d. h. hat das Vorzeichen sich von + in — gewandelt, so stirbt in dem betreffenden Gebiet der Nahrungsuchende aus.

Ein gegenteiliges Beispiel ist der Faktor „tierische Feinde". Die Verwirklichung der Vermehrungspotenz eines Organismus ist nur möglich, wenn er keine Feinde besitzt, die ihn einschränken. Dieser ökologische Faktor hat also zunächst ein negatives Vorzeichen. In diesem Falle ist das Fehlen der Feinde zwar nicht Lebensvoraussetzung. Jedes Auftreten und jede Vermehrung des Widersachers bedeutet aber eine quantitative und unter Umständen auch eine räumliche Einengung, die, wenigstens theoretisch, bis zur Vernichtung führen kann.

a) Vermehrungspotenz

Die individuelle maximale Vermehrungspotenz ist bei *Phytonomus variabilis* verhältnismäßig groß, da es einige Weibchen in der Zucht schon bis auf fast 2000 Eier gebracht haben (P a r k s [1914]). Diese Zahl muß erheblich verkleinert werden, wenn es gilt, die Vermehrungspotenz zu finden, die der Art als Ganzes zukommt, die also der Durchschnittsleistung aller zur Fortpflanzung kommenden Weibchen entspricht. Sie kann für unseren Fall mit einiger Wahrscheinlichkeit auf 500 angesetzt werden (s. S. 349). Da der Schädling nur eine Generation im Jahre durchläuft und das Geschlechterverhältnis 1 : 1 beträgt, kann sich ein Käfer theoretisch innerhalb eines Jahres auf 250 Individuen vermehren. Der Vernichtungsquotient (B r e m e r [1928]) beträgt somit 99,6 %. Diese Zahl besagt, daß 99,6 % der gesamten Nachkommenschaft eines Weibchens den ökologischen Begrenzungsfaktoren vor der Fortpflanzung zum Opfer fallen müssen, wenn der Bestand unverändert bleiben soll. Der Zeitpunkt, zu dem die Begrenzungsfaktoren wirksam werden, entscheidet unter Umständen schon weitgehend darüber, ob es zu einem Schadfraß kommt oder nicht, vor allem dann, wenn schon ein größerer Schädlingsbestand vorhanden war. Die Vermehrung oder Verminderung des Bestandes dagegen hängt lediglich davon ab, ob die Begrenzungsfaktoren den Vernichtungsquotienten vergrößern oder verringern. Die Art stirbt aus, wenn er den Wert 100 erreicht, kommt aber zu um so stärkerer Massenvermehrung, je weiter der Satz von 99,6 % unterschritten wird.

b) Ökologische Begrenzungsfaktoren

Die vollständige Kenntnis der Vermehrungspotenz einer Insektenart sowie der Art und Wirksamkeit seiner ökologischen Begrenzungsfaktoren ermöglicht eine Entscheidung darüber, ob die betreffende Art in einem bestimmten Gebiet zu leben vermag oder ob das etwaige Nichtauftreten seine Ursache darin hat, daß die Ausbreitung noch nicht zum

Abschluß gekommen ist. Diese Fragen sind gerade für den Luzerneblattnager von ganz besonderer Bedeutung, da wir wissen, daß er in seinem bisherigen Hauptschadgebiet, den Vereinigten Staaten von Nordamerika, vor der Jahrhundertwende noch unbekannt und aller Wahrscheinlichkeit nach auch nicht vorhanden war. Hieraus ergibt sich die weitere Frage, ob der Schädling heute die Grenzen seines möglichen Verbreitungsgebietes oder wenigstens die Grenzen des Areals erreicht hat, in dem ernste Schäden zu befürchten sind? Bei oberflächlicher Betrachtung und besonders bei Berücksichtigung der Tatsache, daß das Anbaugebiet der Luzerne als der wichtigsten Brut- und Nährpflanze von *Ph. variabilis* weit größer ist als das Verbreitungsgebiet des Schädlings, möchte man diese Frage bejahen. Ob diese Vermutung jedoch einer kritischen Prüfung standhält, muß sich noch ergeben.

aa) Begrenzungsfaktoren aus der belebten Umwelt

Ganz zweifellos ist ein wesentlicher Faktor der belebten Umwelt, der entscheidend in die Daseinsbedingungen höherer Organismen eingreifen kann, der Mensch. Das gilt in erheblichem Maße auch in bezug auf den Luzerneblattnager. Die Wirkung seiner Maßnahmen, die sich direkt und bewußt gegen den Käfer als Schädling richten, sollen trotzdem nicht in diesem Zusammenhang, sondern in einem gesonderten Abschnitt besprochen werden (siehe unter Bekämpfung S. 436). Auch der Einfluß, den der Mensch durch den Anbau der Brut- und Nährpflanze und durch die Pflege- und Kulturmaßnahmen indirekt und vielfach ungewollt ausübt, soll hier nicht so sehr als Wechselwirkung zwischen Tier und Mensch, sondern als Beziehung zwischen Käfer und Pflanze betrachtet werden.

Die Begriffe Brutpflanzen und Nährpflanzen decken sich bei *Ph. variabilis* in weitem Maße. Nur gelegentlich naschen die Käfer an Pflanzenarten, die nicht zur Eiablage oder als Nahrung für die Larven dienen. Die Nährpflanzen, die nicht gleichzeitig auch als Brutpflanzen dienen, scheiden daher als Begrenzungsfaktor von vornherein aus.

Wenn das Verbreitungsgebiet des Luzernekäfers über das Anbaugebiet seiner wichtigsten Brutpflanze hinausginge, wie es z. B. bei der Rübenfliege und dem Anbaugebiet der Zuckerrübe der Fall ist (Bremer und Kaufmann [1931]), wäre es reizvoll und notwendig, nachzuprüfen, ob und inwieweit auch die weniger wichtigen Brutpflanzen als Begrenzungsfaktor in Erscheinung treten können. Beim Luzerneblattnager liegen aber die Dinge so, daß die verschiedenen *Medicago*-Arten und insbesondere *Medicago sativa* in großen Landstrichen angebaut werden, in denen der Käfer bisher noch unbekannt ist. Ein gutes Beispiel geben dafür die Vereinigten Staaten von Nordamerika (s. Abb. 23). Wie die Abbildung zeigt, erstreckt sich hier der Anbau von *Medicago sativa* und deren Rassen über den ganzen Kontinent, das Verbreitungsgebiet des Luzerneblattnagers aber nur auf die mittleren Staaten der westlichen Hälfte. Die Ostgrenze bilden die Abhänge der Rocky Mountains. Die Frage, ob der Schädling seine größtmöglichste geographische Ausdehnung schon erreicht hat, bildet daher für die Amerikaner ein sehr wichtiges Problem.

Da das Anbaugebiet der Luzerne als der weitaus wichtigsten Brutpflanze weit über das derzeitige und wahrscheinlich auch mögliche Ver-

breitungsgebiet von *Ph. variabilis* hinausreicht, ist das Vorkommen der Brutpflanze praktisch auch kein Begrenzungsfaktor, der über das Sein oder Nichtsein dieses Schädlings entscheidet. Lediglich die Zahl und die Größe der Anbauflächen und ihre räumliche Verteilung wird sich in gewisser Beziehung auf das örtliche Vorkommen einer Massenvermehrung auswirken. Wo streckenweise der Luzerneanbau fehlt, werden

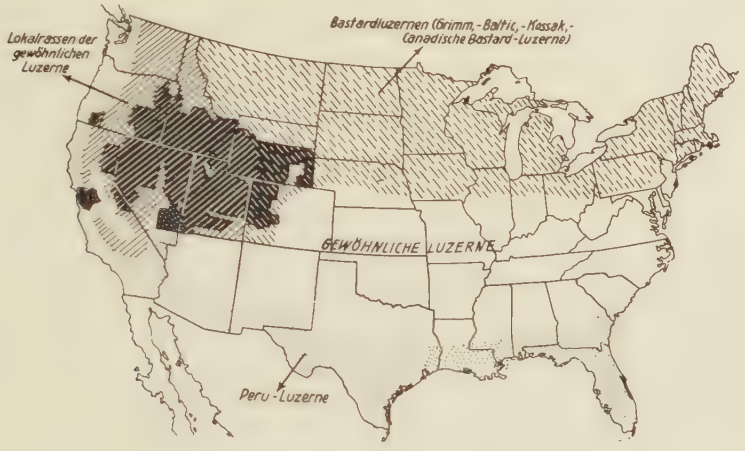


Abb. 23. Verbreitung von *Ph. variabilis* (nach Essig und Michelbacher, 1933) und Anbaugebiete der Luzerneformen (nach Oakley und Westover) in den Vereinigten Staaten von Amerika

auch andere Kulturpflanzen, wie z. B. die Wicke, und auch Wildformen aus diesen beiden Pflanzengattungen eine erhöhte Bedeutung für den Luzerneblattnager gewinnen. Daß solche Wildpflanzen die Ausbreitung des Schädlings unter Umständen sehr begünstigen und gewissermaßen zur Brücke zwischen verschiedenen Luzernefeldern — oder Anbaugebieten — werden können, ist auch von den amerikanischen Autoren oftmals erwähnt worden.

Nach Deutschland ist die Luzerne, die die älteste bekannte Futterpflanze ist, erst im 16. Jahrhundert eingeführt worden. In Preußen wurde ihr Anbau im 18. Jahrhundert besonders durch Friedrich den Großen gefördert (Becker-Dillingen [1929]). Im ganzen Reich war aber die Anbaufläche noch bis nach dem Kriege verhältnismäßig gering und erst vom Jahre 1925 ab zeigt sich eine ständige Aufwärtsentwicklung (siehe Abb. 24). Hauptanbaugebiet ist Süddeutschland, das zugleich auch das größte Anbaugebiet für Luzernesamengewinnung ist (Bayern 2389 ha im Jahre 1935) (monatliche Landwirtschaftsstatistik Febr./März 1936). Es ist selbstverständlich, daß in einem Lande wie Deutschland, wo über große Flächen verteilt Luzernefelder nur sehr verstreut vorkommen, die Begrenzung der Anbaufläche zugleich auch eine Begrenzung der Vermehrungsmöglichkeit des Schädlings darstellt. Wird hier, wie es jetzt der Fall ist, die Zahl und Größe der Luzerneflächen vermehrt, so wird man ein besonders wachsames Auge auch auf den Käfer haben müssen, wenn man keine Überraschungen erleben will. Die Tatsache jedenfalls, daß in Frankreich, wo ein weit stärkerer Luzernebau getrieben wird als in Deutschland (in manchen Departements bis 25 % der Getreidefläche (nach Becker-Dillingen [1929]), der Luzerneblattnager offenbar keine besonders großen Schädigungen hervorruft, besagt wenig,

da hier sicher ganz andere Begrenzungsfaktoren eine Massenvermehrung verhindern als bei uns (s. S. 412).

Ein weiterer Begrenzungsfaktor aus der belebten Umwelt sind zweifellos die tierischen und pilzlichen Parasiten des Käfers und seiner Entwicklungsstadien, die im einzelnen in einem gesonderten Kapitel besprochen werden sollen (s. S. 419). Über ihren Wert sind die Meinungen sehr auseinander gegangen und eine einheitliche Ansicht liegt auch heute in vieler Beziehung noch nicht vor. Die Erfahrungen, die man gerade bei diesem Schädling und seinen Parasiten gemacht hat, sind aber in vieler Hinsicht außerordentlich interessant und lehrreich und lassen auch gewisse allgemeine Rückschlüsse auf den Wert der Parasiten als Begrenzungsfaktor zu.

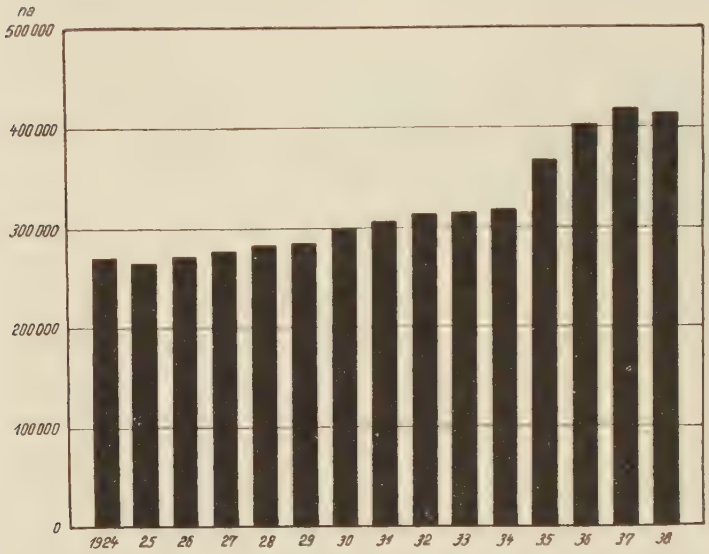


Abb. 24. Entwicklung des Luzerneanbaues in Deutschland 1924—1938 (nach den statist. Jahrbüchern für das Deutsche Reich)

Als nach der Jahrhundertwende im Staate Utah und ab 1910 auch in weiteren Staaten der Luzerneblattnager zur Katastrophe auszuwachsen drohte, gingen die Entomologen der Vereinigten Staaten daran, die natürlichen Feinde dieses Schädlings aus der Tier- und Pflanzenwelt zu studieren und deren Bekämpfungswert festzustellen. Es zeigte sich dabei, daß es zwar eine ganze Anzahl natürlicher Feinde dieses Schädlings gab; sie waren aber in der Mehrzahl polyphag, und es war keiner darunter, dem ein wirklicher praktischer Bekämpfungswert zugesprochen werden mußte. In großzügiger Weise wurden dann auf Veranlassung des „United States Department of Agriculture, Bureau of Entomology" Untersuchungen in Europa, der Heimat von *Ph. variabilis* durchgeführt, mit dem Ziel, dort vorhandene wichtige Parasiten des Schädlings zu studieren und nach den Staaten zu verpflanzen. 10 verschiedene Parasitenarten des Käfers wurden auf diese Weise in die Vereinigten Staaten eingeführt und zunächst im Hauptbefallsgebiet des Staates Utah ausgesetzt. Zwei von ihnen sind dort wirklich bodenständig geworden (Reeves [1927 a]). Zweifellos der wichtigste unter ihnen war *Bathyplectes curculionis* (Thoms.). Diese Wespe wurde erstmalig im Jahre 1911 und dann später nochmals in den Jahren 1912 und 1913 über den Ozean gebracht (Essig und Michelbacher [1933]) und später auch von Utah aus in andere Staaten verpflanzt. Von verhältnismäßig wenig Individuen ausgehend ging die Einbürgerung und, was noch wichtiger war, auch

die weitere Ausbreitung glatt und schnell vonstatten. 6 Jahre nach der Einführung hatten die Wespen sich schon über eine Strecke von 196 und nach 8 Jahren über 230 Meilen ausgebreitet (Essig und Michelbacher [1933]). 1924 konnte Chamberlin (1924a) berichten, daß die Parasitierung der *Phytonomus*-Larven durch *B. curculionis* in den alten Befallsgebieten des Staates Utah gegen 90% betrug, und daß damit die Bedeutung der Wespe als natürlicher Begrenzungsfaktor in diesem Gebiet weit größer war als in den untersuchten Gebieten der alten Welt zur Zeit der Einführung nach Amerika, da dort im Höchstfalle alle Parasiten zusammen nur eine durchschnittliche Vernichtung der Larven von 12.5% erreichten. Man war daher zunächst sehr zuversichtlich und hoffte auf eine so wesentliche Verminderung des Schädlings mit Hilfe dieses Parasiten, daß eine direkte Bekämpfung sich erübrigen würde. Diese Hoffnungen sind inzwischen begraben worden. Zwar hat die Einbürgerung und Ausbreitung der Wespe auch weiterhin gute Fortschritte gemacht und vielfach ist wieder ein ähnlich hoher oder gar noch höherer Parasitierungssatz bei den Larven des Schädlings festgestellt worden; die Schädlingsmassen sind deshalb aber nicht sichtbar herabgedrückt worden. Wohl hat die Kalamität an vielen Stellen bedeutend nachgelassen. Mit Sicherheit ist aber noch kein Fall verbürgt, daß dieser Rückgang durch die Parasiten und im besonderen durch *Bathyplectes curc.* hervorgerufen wäre. Mit Recht rät daher z. B. Reeves (1927b) dem Farmer, jederzeit alle Maßnahmen für eine Bekämpfung des Schädlings vorzubereiten und sich nicht auf die Parasiten zu verlassen, wenn er dieses Vertrauen nicht mit dem Verlust seiner Ernte bezahlen wolle. Ganz ähnlich äußern sich auch Doten (1929) und Essig und Michelbacher (1933).

Etwas komplizierter liegen die Dinge in Bezug auf eine natürliche oder künstliche Bekämpfung des Schädlings mit Hilfe seiner pilzlichen Parasiten. An manchen Orten hat man zu bestimmter Zeit vor allem beim Vorhandensein genügend hoher Feuchtigkeit in einzelnen Jahren einen namhaften Prozentsatz verpilzter Larven oder Volltiere gefunden (Webster [1912], Rockwood [1916]). Von einem wirklichen seuchenhaften Auftreten der Pilze und einer nachhaltigen Wirkung konnte aber in keinem Falle die Rede sein. Cook (1925), der eine sehr interessante Studie über die gegenwärtige und in der Zukunft mögliche Verbreitung des Schädlings veröffentlicht hat, mißt allerdings der Verpilzung als Begrenzungsfaktor eine ganz erhebliche Bedeutung zu. Auf seine Ansichten werden wir bei Besprechung des Faktors Klima noch zurückkommen (s. S. 405).

bb) Begrenzungsfaktoren aus der unbelebten Umwelt

Unter den Begrenzungsfaktoren der unbelebten Umwelt spielt der Boden nur eine geringe Rolle. Das ist verständlich, da fast der gesamte Lebensablauf des Schädlings sich in oder an den Pflanzen vollzieht und die Larven nur gelegentlich mit dem Boden in Berührung kommen. Der Käfer selber verbringt zwar ein gut Teil seines Lebens auf der Bodenoberfläche, wird aber von dessen Struktur nur wenig beeinflußt. Sein normales Versteck in den Zeiten der Untätigkeit ist das Gewirr der oberirdischen Wurzelstöcke, Stoppeln und Stengel. Hat er unter Erdkrumen Schutz gesucht und wird er dort vom Regen überrascht, so ist er kräftig genug, um sich zu befreien. Ich glaube jedenfalls nicht, daß unter normalen Verhältnissen Käfer mit dem Boden verklebt werden und auf diese Weise in größerer Menge zugrunde gehen.

Indirekt hat allerdings der Boden einen Einfluß auf den Käfer durch sein verschiedenes Wärmespeicherungsvermögen und bis zu einem gewissen Grade auch die Struktur des Bodens in Bezug auf den Feuchtigkeitsgehalt. Die Käfer sind besonders im Frühjahr sehr wärmebedürftig und halten sich deshalb besonders gern dort auf, wo die Oberfläche locker, trocken und sandig ist, d. h. an solchen Stellen, wo die Sonne freien Zutritt hat und der Boden am meisten erwärmt ist. Wo solche Verhältnisse vorliegen, mag eine gewisse Beschleunigung der Eireifung und Eiablage stattfinden; im ganzen aber wird man den natürlichen Boden des Luzerneschlages weder als positiven noch negativen Begrenzungsfaktor von wesentlicher Bedeutung ansprechen können.

Den größten Einfluß auf den Massenwechsel von *Phytonomus variabilis* hat zweifellos das Klima und die jeweilige Witterung. Die einzelnen Komponenten vermögen dabei wieder in negativer und positiver Form in Erscheinung zu treten, und zwar sowohl als Elemente der Vernichtung von Schädlingsmassen im ständigen Verbreitungsgebiet, wie auch als Begrenzungsfaktoren im eigentlichen Sinne, nämlich, wenn es sich darum handelt, der weiteren Ausbreitung des Schädlings eine Grenze zu setzen. Diesen klimatischen Faktoren kommt auch insofern eine beherrschende und übergeordnete Bedeutung zu, als sie auch die tierischen und pilzlichen Parasiten weitgehend fördern oder hemmen und damit indirekt die Vermehrung des Luzerneblattnagers beeinflussen. Im einzelnen lassen sich folgende Zusammenhänge erkennen:

Der Wind scheint nur einen relativ geringen direkten Einfluß auf den Schädling zu haben. Das liegt daran, daß das Luzernefeld mit seiner starken Krautentwicklung einen guten Schutz gibt und der Käfer selber nur selten von seinen Flügeln Gebrauch macht. Die Eier und Junglarven ruhen geschützt in den Stengeln und zwischen den Pflanzenteilen, und die Puppen sind durch ihren Kokon festgeheftet. Die frei lebenden älteren Larven aber sind, trotzdem ihnen Beine fehlen, gut in der Lage, sich auch bei starkem Wind an den Pflanzen festzuhalten. Indirekt wird aber dem Wind ein gewisser Einfluß zukommen, wenn er bei trockner Luft dem Boden und den Pflanzen die Feuchtigkeit entzieht, die den Eiern und Larven in hohem Maße lebensnotwendig ist. Einzelbeobachtungen liegen darüber nicht vor. Die Tatsache aber, daß *Ph. variabilis* gerade auch in Küstengebieten trotz der hier vorherrschenden frischen Winde zur Massenvermehrung schreitet, spricht dafür, daß der Wind wenigstens im ariden Klima kein die Massenvermehrung stark hemmender Faktor ist.

Die Feuchtigkeit als Niederschlag in Form von Regen oder Schnee oder als Luftfeuchtigkeit hat nach der klimatologischen Studie von Cook (1925) einen ganz entscheidenden Einfluß auf die geographische Verbreitung des Luzerneblattnagers und damit folgerichtig auch auf das epidemische Auftreten des Käfers. Nach Reeves (1927b) hat sie gar keinen Einfluß auf das Insekt, es sei denn, daß sie die Temperaturen beeinflußt. Cook stützte sich bei seinen Untersuchungen auf die bis dahin vorliegenden Daten über die geographische Verbreitung und das mengenmäßige Auftreten des Schädlings, sowie auf die Beobachtungen der Autoren über den Einfluß der einzelnen Klimafaktoren. Durch genaues Studium des Klimas in den Gebieten ständigen Massenauftretens, das er als optimal ansieht, und durch Vergleiche mit den Klimaten von solchen Landstrichen, in denen der Käfer nur gelegentlich schädlich auftritt, kommt er zu einer zunächst nur theo-

retischen Beurteilung der einzelnen Klimafaktoren und ihrer Wirkung auf den Schädling. Aus der mehr oder weniger starken Abweichung einzelner Teilfaktoren vom „optimalen" Klima schließt er dann auf die voraussichtlichen Grenzen auch der zukünftigen Verbreitung in den Vereinigten Staaten. Nach der Meinung von Cook sind diese Grenzen heute schon überall in der neuen Welt erreicht, so daß Überraschungen nicht mehr möglich sind, sofern keine neue Anpassung des Käfers erfolgt.

Der direkte Einfluß der Feuchtigkeit wird von Cook offenbar nicht sonderlich hoch eingeschätzt. Er findet und erwähnt über diesen Zusammenhang auch nur ein einziges Zitat in der Literatur bei Titus (1910a), der schreibt, daß ein kalter Regen, wenn er auf einen heißen Tag folgt, viele Tiere besonders im Spätherbst schädigt, die nicht imstande waren, sich einen guten Schutz zu verschaffen.

Weit wichtiger ist für Cook der indirekte Einfluß der Feuchtigkeit auf den Schädling, nämlich auf dem Umwege über die pilzlichen Parasiten. Er beruft sich hierbei auf Webster (1912) und Rockwood (1916), die bei Salt Lake City (Utah) in den Jahren 1911 und 1914 eine Verpilzung der Larven und Volltiere feststellten, die im Höchstfalle 44 % erreichte. Es handelte sich dabei um *Empusa sphaerosperma* und *Sporotrichum globuliferum*. Schon aus der Tatsache, daß im Jahre 1911 am 13. Juni etwa $^1/_5$ der Larven durch Verpilzung zugrunde gegangen waren, trotzdem die Niederschläge in dem betreffenden Frühjahr normal waren, glaubt Cook schließen zu dürfen, daß die Verpilzung ein sehr wichtiger Begrenzungsfaktor in solchen Gebieten ist, wo die Frühjahrswitterung kälter und nasser ist als bei Salt Lake City. Dieser Schluß scheint mir aber nicht gerechtfertigt zu sein. Was sagen im übrigen auch schon 20 oder 40 % Verlust, wenn man bedenkt, daß selbst eine 90prozent. Parasitierung durch die Wespe *Bathyplectes curculionis* dem Käfer keinen sichtbaren Abbruch getan hat. Von der oben genannten Beobachtung in Salt Lake City ausgehend kommt Cook zu der Feststellung, daß optimale Bedingungen für das Pilzwachstum, grob gerechnet, gegeben sind, wenn im April bei einer Temperatur von 10 ° C 50 mm Niederschlag oder bei 15,5 ° C 62,5 mm oder bei 21 ° C 75 mm fallen.

Aus den sorgfältigen und sehr umfangreichen Untersuchungen von Sweetman (1929) und Sweetman und Wedemeyer (1933) geht eindeutig und klar hervor, daß eine hohe relative Luftfeuchtigkeit den Käfer und seine Entwicklungsstadien begünstigt, indem sie die Eiablage fördert, die Entwicklung beschleunigt und die Sterblichkeit vermindert. Diese Verfasser kommen zu folgenden Ergebnissen: Der günstigste Bereich für die Eiablage liegt offenbar bei Temperaturen unter 28 ° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50—95 %. Für das Schlüpfen der Embryonen sind Temperaturen zwischen 20 und 30 ° C mit relativen Feuchtigkeiten von 55—95 % am günstigsten. Relative

Feuchtigkeiten unter 40 % waren für die Embryonen sehr schädlich. Die larvale Entwicklung verlief am besten bei Temperaturen von 20 bis 30 ° C mit einer relativen Luftfeuchtigkeit zwischen 95 % und wenigstens 30 %.

Auf Grund meiner eigenen Zuchten kann ich die Angaben von Sweetman und Wedemeyer nur bestätigen. Tatsächlich leben ja auch unter natürlichen Verhältnissen die Eier wie auch die in den Blattknospen versteckten Larven I und II in einer Atmosphäre hoher Feuchtigkeit. Die Larven III und IV, die frei an den Blättern und vornehmlich an den Triebspitzen fressen, sind im Vergleich zu den Eiern und Junglarven noch am meisten der freien Luft und damit unter Umständen auch niedrigeren Luftfeuchtigkeiten ausgesetzt. Sie sind aber offenbar einer geringen Luftfeuchtigkeit gegenüber am wenigsten empfindlich. Die Tatsache, daß sie sich am Tage nicht selten wie die jüngeren Stadien in den Blattknospen verkriechen, um am Abend wieder hervorzukommen, ist meines Erachtens auch nicht darauf zurückzuführen, daß die Tiere nächtlich in dem Sinne sind, daß sie das Licht scheuen, sondern dürfte lediglich eine Reaktion auf die sinkende Luftfeuchtigkeit sein, die besonders in der Nacht zwischen den Pflanzen oft 100 % beträgt (Sweetman [1929]), oder auf zu hohe Wärme. Sweetman erwähnt übrigens auch, daß die Larven sich in den sprossenden Trieben und dem Blattwerk der Pflanzen verbergen, wenn die Luzerne von Regen und Wind heimgesucht wird. Er fand aber bei seinen umfangreichen Untersuchungen und Experimenten im Felde keine Anhaltspunkte dafür, daß die Feuchtigkeit in Gestalt von Regen oder Tau einen bemerkenswerten direkten nachteiligen Einfluß auf die Sterblichkeit der Käfer, Eier oder Larven hatte.

Cook (1925) ist der Meinung, daß die Grenzen für *Ph. variabilis* dort erreicht sind, wo der sommerliche Regenfall über 6 Zoll (150 mm) beträgt. Nach den bisher vorliegenden Mitteilungen kommt der Schädling in Deutschland am häufigsten und auch am regelmäßigsten in Ostpreußen vor (siehe S. 391). Es ist daher im Hinblick auf die Angaben von Cook wichtig, einmal die Klimadaten für diese Provinz zusammenzustellen, wie dies in Tab. 3 geschehen ist.

Tabelle 3

Normen der Temperatur und Niederschlagsmengen an ostpreußischen Stationen

	April		Mai		Juni		Juli		August		Sommerliche Niederschläge
	Temperatur °C	Niederschlag mm	Temperatur °C	Niederschlag mm	Temperatur °C	Niederschlag mm	Temperatur °C	Niederschlag mm	Temperatur °C	Niederschlag mm	
Königsberg .	5,9	35,2	11,3	47,0	15.4	59,8	17,5	77,2	16,5	89,9	226,9
Treuburg . .	5.2	36,9	11,5	51,1	15,4	71,7	17,0	83,0	15,5	80,0	234,7
Tilsit . . .	5.7	42,2	11,6	53.2	15.8	69.5	17.8	85,1	16.4	95,1	249,7
Osterode . .	6,0	34,9	11,6	55,9	15,5	80,1	17,5	77,0	16,3	67,0	204,1

Die Tabelle zeigt, daß der sommerliche Niederschlag weit über 150 mm hinausgeht. Wenn der Käfer trotzdem dort alljährlich auftritt und auch wirtschaftlichen Schaden verursacht, so darf man daraus schließen, daß sommerliche Niederschläge über 150 mm allein den Schädling weder direkt noch durch pilzliche Parasiten in Schach halten. Wenn, wie C o o k meint, der Käfer wirklich schon häufig in Gebiete der Vereinigten Staaten eingeschleppt worden ist, in denen er heute nicht angetroffen wird — und das sind vor allem die Staaten östlich der Rocky Mountains —, so bleibt also noch recht fraglich, ob es in erster Linie die starken Niederschläge waren und nicht andere Faktoren, die seine Ansiedlung bisher verhindert haben.

Das Beispiel von Ostpreußen, wo der Schädling trotz reichlicher Sommerniederschläge heimisch ist, läßt sich auch auf die Provinz Schleswig-Holstein übertragen. Hier wurde ein stellenweise starkes Auftreten in den Jahren 1936—1938 beobachtet [1]), obgleich auch in diesen Jahren die Niederschläge z. B. am Beobachtungsort vom Mai bis September 1936 — 323 mm, 1937 — 412 mm und 1938 — 229 mm betrugen. Hier hätte die Verpilzung also ebenfalls recht stark sein und die Vermehrung sichtbar einschränken müssen. Tatsächlich nahm aber die Eiablage und Larvenentwicklung einen durchaus normalen Verlauf. Verpilzte Eier wurden niemals gefunden. Kranke oder tote Larven sind mir im Freilande nur selten begegnet. Nur wenn aus dem Felde eingetragene Larven bei Übervölkerung in Massenzuchten gehalten wurden, trat besonders im Juli eine größere Sterblichkeit der Larven auf. Die Tiere wurden schlapp, starben, und die Kadaver verfärbten sich unter Verjauchung braunschwarz. Verpilzte Käfer sind mir auf den Feldern ebenfalls nur ganz vereinzelt begegnet, traten aber in Glasschalen häufiger auf, in denen die Tiere künstlich wahrscheinlich unter nicht optimalen Bedingungen überwintert wurden. Der Pilz wurde als *Botrytis bassiana* Bals. bestimmt. Er ist als Parasit vieler Insekten bekannt.

Bei Beurteilung der Frage, ob *Ph. variabilis* einmal imstande sein wird, sich auch die regenreichen, mittleren und östlichen Staaten von USA. zu erobern, wird man auch das Verhalten seiner wahrscheinlich ebenfalls aus Europa eingeschleppten nahe verwandten Arten *Ph. punctatus* F. und *Ph. nigrirostris* F. mit in Betracht ziehen müssen. Beide Arten, die erstere sogar in großer Zahl, sind mir auch bei meinen Untersuchungen in Schleswig-Holstein begegnet. Von *Ph. nigrirostris* nimmt D e t w i l e r (1923) an, daß er kurz vor der Jahrhundertwende im östlichen Kanada Fuß gefaßt hat. 1916 stellte ihn C o o l e y (zit. nach D e t w i l e r) schon in Mengen im westlichen Montana fest. Im Staate Delaware verursacht er nach H o u g h t o n (1908) zeitweilig beträchtlichen Schaden an Klee. Hier tritt er gemeinsam mit *Ph. punctatus* auf, der nach J a q u e s (1921) im Staate Iowa, also im Zentrum der Vereinigten Staaten, im Jahre 1921 ganz beträchtlichen Schaden auf vielen Kleeschlägen verursachte, und der nach vielen Autoren (z. B. E s s i g und M i c h e l b a c h e r [1933]) auch in den westlichen Staaten häufig zu Verwechselungen mit dem Luzerneblattnager Anlaß gab. Wenn

[1]) In den vorhergehenden Jahren sind keine Beobachtungen angestellt worden.

es in der Tierwelt auch nicht selten ist, daß gerade nahe verwandte Arten sich weitgehend gegenseitig ausschließen, so legt doch das gleichzeitige Vorkommen dieser Arten zusammen mit *Ph. variabilis* in Europa und den westlichen Staaten von USA. die Vermutung recht nahe, daß auch *Ph. variabilis* weiter östlich der Rocky Mountains Fuß zu fassen vermag.

Zusammenfassend können wir zunächst feststellen, daß vorläufig keine Anzeichen dafür vorliegen, daß die direkte Wirkung der Feuchtigkeit ein überragender Begrenzungsfaktor für die Vermehrung und Verbreitung des Luzerneblattnagers ist. Auch die indirekte Wirkung starker Niederschläge und hoher Luftfeuchtigkeit, die sich nach der Annahme von Cook in einer Niederhaltung des Schädlings durch pilzliche Parasiten äußern soll, bedarf noch einer gründlichen Nachprüfung. Die Tatsache, daß *Ph. variabilis* bisher in den regenreichen Gebieten östlich der Rocky Mountains nicht vorkommt oder wenigstens nicht festgestellt wurde, ist nicht beweisend und kann auch andere Ursachen haben.

Die Temperatur als Begrenzungsfaktor für *Ph. variabilis* wird von Cook (1925) den Niederschlägen untergeordnet. Nur in solchen Gebieten, wo die Wintertemperaturen niedrig liegen und gleichzeitig keine schützende Schneedecke vorhanden ist, sollen die Tiere im Winterlager den Frösten erliegen. Innerhalb des vom sommerlichen Regenfall begrenzten Verbreitungsgebietes aber soll die Temperatur die Ausbreitung und Massenvermehrung des Käfers regulieren. Gebiete, die ein jährliches Temperaturmittel von 50 ° F (10 ° C) und höher haben, nähern sich dem Optimum, das gleichzeitig eine Wachstumsperiode von 150 Tagen und mehr besitzt. Die Verbreitungsgrenzen liegen nach Cook etwa bei einer mittleren Jahrestemperatur von 40 ° F (4,5 ° C), wobei die Wachstumsperiode weniger als 100 Tage beträgt. So wird für die skandinavischen Länder das Klima von Kopenhagen als Beispiel angeführt und festgestellt, daß die Begrenzungsfaktoren in dieser Region kalte Sommer und zu große Feuchtigkeit sind. Für das südliche Rußland werden neben dem sommerlichen Regenfall die niedrigen Wintertemperaturen (mit einem gleichzeitigen Minimum an Niederschlägen) als Begrenzungsfaktoren vermerkt. Über die Faktoren, die eine Begrenzung in südlichen Ländern hervorrufen, vermochte Cook bei seinen klimatischen Studien keine Anhaltspunkte zu finden. Für das südliche Kalifornien und für Arizona werden die hohen Temperaturen als für die Larven verderblich und daher als Begrenzungsfaktor vermutet.

8 Jahre später als Cook haben Sweetman und Wedemeyer (1933) die Ergebnisse ihrer umfangreichen Experimente über die Wirksamkeit der Temperatur und Feuchtigkeitsverhältnisse veröffentlicht. Sie wurden zum Teil schon an anderer Stelle besprochen (siehe S. 328). In diesem Zusammenhang interessiert uns die Frage, ob und unter welchen Umständen die Temperatur für *Ph. variabilis* als Begrenzungsfaktor anzusehen ist. Ihre Versuche über die Eiablage und die Lebensdauer ergaben zunächst allgemein, daß höhere Temperaturen um so eher ertragen wurden, je höher die relative Luftfeuchtigkeit war. In der niedrigsten von diesen Autoren bei ihren Versuchen benutzten Tempe-

raturstufe von 27 ° C legten die Tiere, hohe Feuchtigkeit auch hier vorausgesetzt, die meisten Eier und lebten auch am längsten. Schon bei der nächsten Stufe von 32 ° C wurden nur ganz vereinzelt noch zu Beginn des Versuches Eier abgelegt, und zwar auch vornehmlich bei hoher Feuchtigkeit. Hier ist also ganz offenbar die Grenze schon überschritten, und man darf aus diesen Ergebnissen schließen, daß anhaltende Temperaturen von 32 ° C und darüber die Lebensdauer stark verkürzen und die Eiablage praktisch unterbinden. Gleichsinnige Ergebnisse wurden erhalten, wenn die Temperatur konstant war, die Feuchtigkeit aber variierte. Wurde bei konstanten Feuchtigkeiten die Temperatur abwechselnd auf 27 und 32 ° C gebracht, so war trotz hoher Feuchtigkeit die Lebensdauer und Eiablage bei weitem nicht so günstig wie bei einer konstanten Temperatur von 27 ° C.

Über die untere Temperaturgrenze der Eiablage liegen einige eigene Untersuchungen vor. Wurden gut und regelmäßig legende Weibchen aus dem Laboratorium in einen kühlen Raum von 6—7 ° C gebracht, so hörte die Eiablage in der Regel sofort auf. Nach 3—4 Tagen wurden dann offenbar in Legenot einzelne Gelege abgestoßen, die Ablage dann aber nach weiteren 3—4 Tagen endgültig eingestellt. Ins Laboratorium gebracht, legten diese Tiere schon wieder nach 1—2 Tagen in normaler Weise.

Andere Weibchen wurden Ende Januar im Freilande eingetragen und dann sofort in den Kühlraum gebracht, der bei nur sehr geringen Schwankungen und allmählich steigender Tendenz eine mittlere Temperatur von 7,5 ° C hatte. Nachdem die Temperaturen zunächst bis Ende März allmählich 9,5 ° C erreicht hatten und dann langsam in weiteren 4 Wochen wieder um 1 ° gefallen waren, wurden die ersten noch vereinzelten Eier Ende April abgelegt. Erst Anfang Mai, als die Temperaturen sich zwischen 9 und 10 ° C bewegten und allmählich weiter anstiegen, setzte regelmäßige Eiablage ein.

Eine letzte Serie gleicher Herkunft wurde zunächst im Januar eine Woche im Laboratorium aufbewahrt und, ohne daß die Tiere Eier gelegt hatten, in den kühlen Raum gebracht. Diese Tiere begannen Ende März, als die mittlere und maximale Temperatur erstmalig 9 ° erreicht hatte, mit vereinzelter Eiablage. Schon nach einigen Tagen setzte dann regelmäßige Eiablage ein, die monatelang auch dann fortgeführt wurde, wenn die Temperaturen sich zwischen 8 und 9 ° bewegten. Für legereife oder nahezu reife Weibchen kann man daher die untere Grenze für eben noch mögliche Eiablage mit etwa 8—10 ° C ansetzen.

Sweetman und Wedemeyers Versuche über die Entwicklung und das Schlüpfen der Embryonen sind gleichfalls ein Beweis für die starke Begrenzungswirkung der Temperatur. Bei 22 und 27 ° C wurden die besten Ergebnisse erzielt. Bei 17 ° C arbeiteten die Verfasser nur mit 50 % relativer Luftfeuchtigkeit und führen das ungünstige Ergebnis (17,4 % geschlüpft) auf die zu niedrige Temperatur zurück. Man darf aber annehmen, daß auch die geringe Feuchtigkeit

das Ergebnis ganz wesentlich verschlechtert hat, denn in eigenen Versuchen unter hohen Feuchtigkeiten konnte ich sogar bei einer mittleren Temperatur von 14,4 ° C (Min. 13,2 °, Max. 16,2 °) 100 % und bei einem Mittel von 13,0 ° C (Min. 11,5 °, Max. 15,5 °) 85,7 % der Embryonen zum Verlassen der Eihüllen bringen. Bei 32 ° C und niedriger Luftfeuchtigkeit schlüpften in den Versuchen von Sweetman und Wedemeyer kaum Embryonen. Aber selbst bei hoher Luftfeuchtigkeit war schon ein deutliches Absinken des vom Hundertsatzes der geschlüpften Larven gegenüber der nächst niedrigeren Temperaturstufe von 27 ° C festzustellen. Bei 37 ° C wurde nur eine einzige Larve bei hoher Feuchtigkeit zum Schlüpfen gebracht. Weitere Versuchsserien mit konstanten Temperaturen und wechselnden Feuchtigkeiten sowie konstanten Feuchtigkeiten und wechselnden Temperaturen zeigen dann in interessanter Weise, daß es nicht erforderlich ist, daß die Eier während der Embryonalentwicklung dauernd hohen Feuchtigkeiten ausgesetzt sind. Während dauernder Aufenthalt bei 40prozent. Feuchtigkeit die Eier stark schädigt, schlüpfen die Embryonen fast vollzählig, wenn bei günstigen Temperaturen täglich 8 Stunden die relative Luftfeuchtigkeit hoch war, sie aber 16 Stunden lang nur 40 % betrug. Auch diese Serien zeigen wieder, daß hohe Temperatur und niedrige Feuchtigkeiten die Entwicklung und besonders das Schlüpfen ungünstig beeinflussen, daß aber der Temperatur ein ganz besonderer Einfluß zukommt, der sich auch noch deutlich auswirkt, wenn die Eier nur vorübergehend den ungünstigen Temperaturen ausgesetzt werden.

Die Ergebnisse der von mir in der Hauptsache als Einzelzuchten in Hygrostaten durchgeführten Versuche über die Abhängigkeit der Dauer der Embryonalentwicklung von Temperatur und Feuchtigkeit sowie über die Sterblichkeit sind in Abb. 25 in Form eines Mortalitätsdiagramms dargestellt. Ein entsprechendes Diagramm haben auch schon Sweetman und Wedemeyer (1933) veröffentlicht, das allerdings von dem vorliegenden nicht unwesentlich abweicht. Die von diesen beiden Autoren gefundenen Werte sind in Abb. 25 als Kreuze mit eingetragen und ergänzen das Gesamtbild. Die Abbildung läßt erkennen, daß die geringste Sterblichkeit der Embryonen bei relativ niedriger Temperatur aber hoher Luftfeuchtigkeit zu finden ist, und daß höhere Temperaturen nur dann leidlich ertragen werden, wenn gleichzeitig die relative Luftfeuchtigkeit hoch ist. Das Diagramm zeigt auch, daß nicht nur mit fallender Temperatur, sondern auch mit sinkender relativer Luftfeuchtigkeit die Entwicklungsdauer zunimmt. Die gleiche Wirkung scheint bis zu einem gewissen Grade allerdings auch eine extrem hohe relative Luftfeuchtigkeit zu haben.

Nicht ganz so klar wie bei der Embryonalentwicklung liegen die Verhältnisse für ein Mortalitätsdiagramm der Larven, das in Anlehnung an Sweetman und Wedemeyer (1933) in Abb. 26 wiedergegeben ist. Das Diagramm läßt eine enger begrenzte optimale Zone nicht klar erkennen, da der relativ günstige Temperatur- und besonders auch

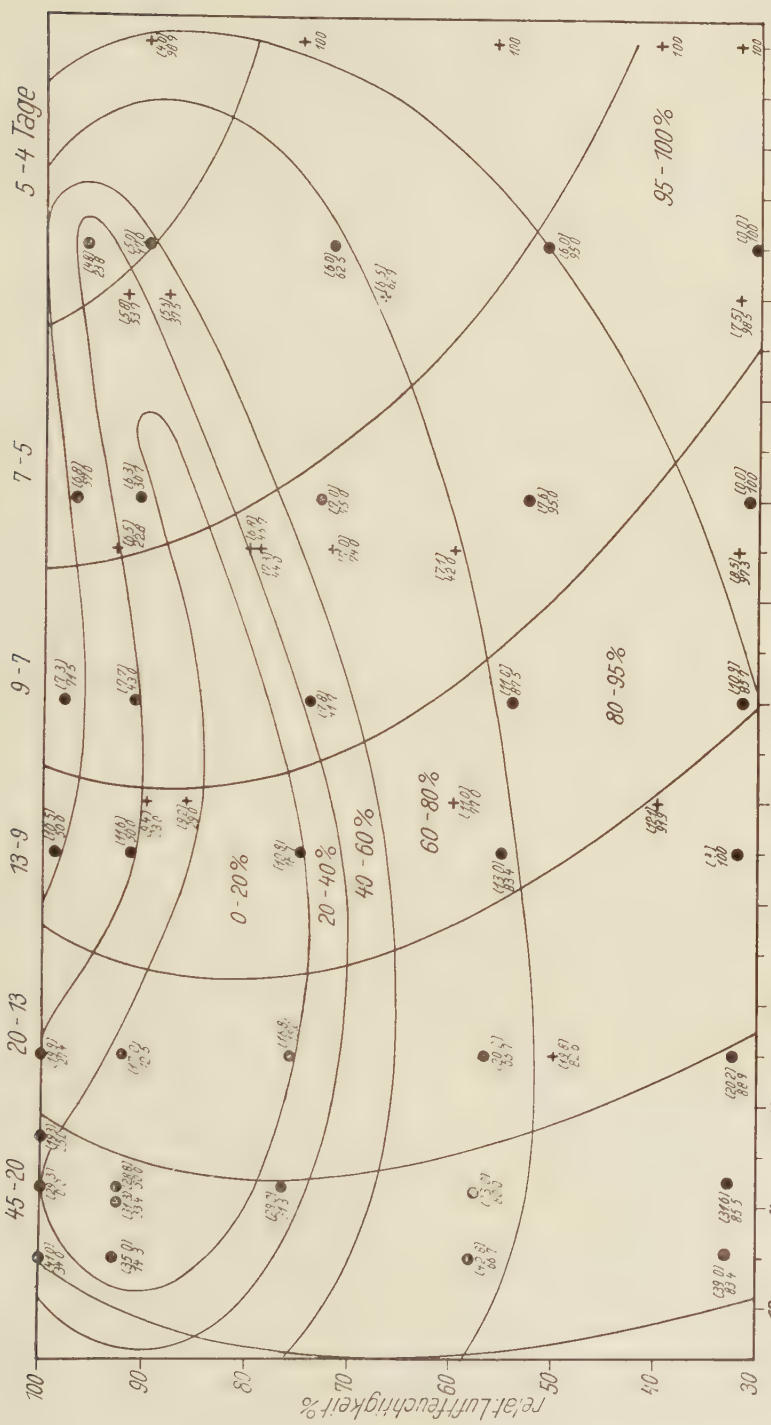


Abb. 25. Mortalitätsdiagramm der Eier von *Ph. variabilis*. + = Daten nach Sweetman und Wedomeyer (1933); ● = eigene Daten. Die Zahlen in Klammern geben die Entwicklungsdauer in Tagen, die Zahlen darunter die Sterblichkeit in % an

Feuchtigkeitsbereich ungleich größer ist als bei den Embryonen. Das Temperaturoptimum wird von Sweetman und Wedemeyer etwa in die Spanne zwischen 20 und 30 ° C gelegt und ist relativ eng im Vergleich zu dem großen Feuchtigkeitsbereich, in dem die Larven gute Entwicklungsmöglichkeiten finden. Im ganzen zeigen jedenfalls auch diese Versuche, daß die Temperatur als sehr wichtiger, wenn nicht als der wichtigste klimatische Begrenzungsfaktor anzusehen ist.

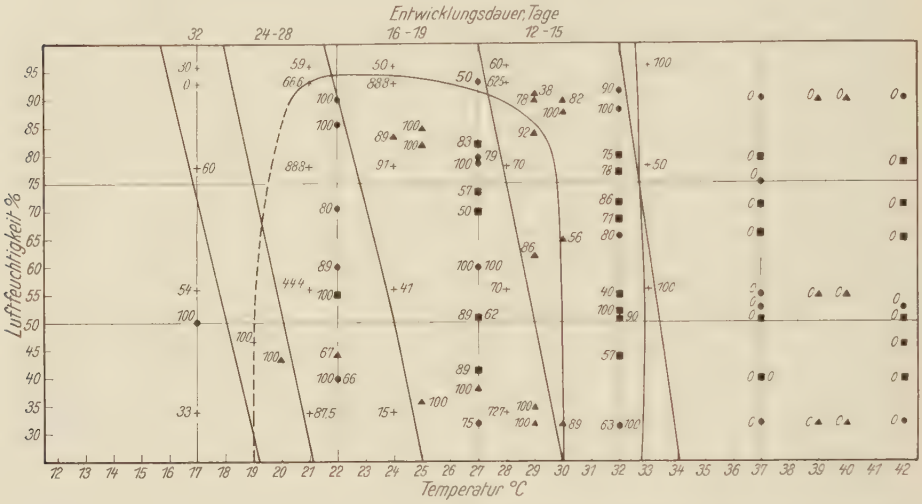


Abb. 26. Mortalitätsdiagramm der Larven von *Ph. variabilis* nach Sweetman und Wedemeyer (1933) ● = konstante Temperatur und Feuchtigkeit; ■ = konstante Temperatur und wechselnde Feuchtigkeit; ▲ = wechselnde Temperatur und konstante Feuchtigkeit; + = eigene Daten bei konstanter Temperatur und Feuchtigkeit

Essig und Michelbacher (1933) vergleichen die Klimadaten von 2 Stationen des schwer befallenen Gebietes der Vereinigten Staaten (Salt Lake City, Utah und Boise, Idaho) mit denen von Taschkent in Turkestan, wo nach der allerdings spärlichen Literatur der Käfer ebenfalls schädlich auftritt. Sie kommen dabei zu dem Ergebnis, daß die Klimate aller drei Stationen sehr weitgehend übereinstimmen. In Taschkent ist zwar das jährliche Temperaturmittel etwas höher, desgleichen die Durchschnittstemperatur des wärmsten Monats. Sie vermuten daher meines Erachtens ganz mit Recht, daß die höheren Maximaltemperaturen in Taschkent sehr wahrscheinlich dort ein wichtiger Begrenzungsfaktor sind. Die Verfasser kommen dann zu einem Vergleich der Temperaturen von Salt-Lake-City mit Stationen der Mittelmeerländer, wo *Ph. variabilis* ständiger Gast ist, aber niemals derartige Schäden verursacht hat wie in USA. Der Vergleich ergibt, daß die amerikanische Station ein viel niedrigeres Jahresmittel hat, und daß vor allem auch die mittleren Temperaturen des kältesten Monats ungleich niedriger sind als z. B. in Frankreich und Italien. Die Folgerung lautet: "It seems that the low winter temperatures may be an important factor in determining

wether or not the weevil is a serious pest." Wir haben an anderer Stelle (siehe S. 341) erwähnt, daß der Käfer in bezug auf die Dauer der Winterruhe in keiner Weise fixiert ist, und daß ihn mildes Wetter und Sonnenschein auch mitten im Winter zur Aktivität, ja sogar zur Fortpflanzung veranlassen können. In Gebieten mit einem ausgesprochenen Winterklima ruht der Käfer daher auch viele Monate und sucht hier sogar in der Mehrzahl schützende Verstecke auf, die abseits der Luzerneschläge liegen. In Zonen mit milden Wintern dagegen verbringen die Käfer nach dem Reifungsfraß nur eine relativ kurze Ruhezeit zumeist auf dem Luzernefeld selber und können hier schon im Herbst und im zeitigen Frühjahr mit der Eiablage beginnen. Sie zieht sich auf diese Weise über viele Monate hin, und es kommt nicht zu einem scharfen Höhepunkt bei der Eiablage. Das ist nur der Fall, wenn die Käfer vom Herbst bis in den März oder April, ja sogar unter Umständen bis in den Mai hinein durch tiefe Temperaturen zur Untätigkeit gezwungen sind, um dann bei hereinbrechender warmer Frühjahrswitterung in der Mehrzahl gleichzeitig und infolge ihrer schon fast oder ganz erreichten Reife plötzlich mit der Eiablage zu beginnen. Aus der gleichzeitigen Eiablage folgt dann in der Regel auch ein plötzliches Massenauftreten der Larven und damit ein erhöhter Schadfraß. Es tritt aber aller Wahrscheinlichkeit nach nicht nur in einem Falle eine Zusammenballung und im anderen eine Zerstreuung gleich großer Massen ein, sondern auch eine Beeinträchtigung der Menge an sich. Je länger die Aktivitätszeit der Tiere dauert, je mehr werden sie den Gefahren der Klimaunbilden und vielleicht auch der Parasitierung ausgesetzt sein (z. B. durch die zwei Generationen des wichtigsten Parasiten *Bathyplectes curculionis*). Besonders im Winter werden die Tiere überlegen sein, die (ganz extreme Verhältnisse ausgenommen) in ihrem schützenden Versteck festgehalten werden, bis eine Witterung ohne empfindliche Rückschläge sie hervorlockt. Reeves (1917) sieht die Dinge in bezug auf Italien allerdings noch etwas anders. Er möchte die Seltenheit einer gefährlichen Massenvermehrung in diesem Lande darauf zurückführen, daß die Käfer hier nicht wie im Staate Utah zur sommerlichen Inaktivität durch die Hitze gezwungen sind und sich die Generationen daher mehr oder weniger ausbreiten, und damit auch der Fraß nicht so konzentriert und schädigend in Erscheinung tritt. Er beruft sich dabei besonders auf H. S. Smith, der *Phytonomus* und besonders dessen Parasiten in Italien selbst studiert hat, und der ebenfalls glaubt, daß dies einer der wichtigsten Gründe dafür ist, daß der Schädling hier längs der Seeküste immer in beträchtlicher Anzahl vorhanden ist, ohne daß Massenvermehrungen entstehen. Reeves spricht zunächst von Generationen, ohne daß nachgewiesen ist, daß überhaupt irgendwo in Italien zwei Generationen im Jahre vorkommen. Vergleicht man überdies die Klimadaten, wie sie Essig und Michelbacher (1933) auf Seite 30 bringen, so ergibt sich, daß z. B. die mittleren Temperaturen des wärmsten Monats von Salt-Lake-City und Florenz 76,26 ° F und 76,1 ° F betragen, sich demnach prak-

tisch nicht unterscheiden. Die mittleren Maxima im Jahre betragen für beide Stationen 98,8 ° F (gut 37 ° C), unterscheiden sich also ebenfalls nicht. Ganz wesentlich unterscheiden sich aber die Temperaturmittel des kältesten Monats. Es beträgt für Salt-Lake-City 28,94 ° F (— 1 ° C), für Florenz dagegen 40,82 ° F (rund 5 ° C). Entsprechend liegen auch die Mittel der absoluten Jahresminima. Sie lauteten für Salt-Lake-City auf — 2,2 ° F und für Florenz auf 21,2 ° F. Man darf hiernach vermuten, daß es mehr die Wintertemperaturen als das Sommerklima ist, das im Staate Utah die Massenvermehrung fördert und in Italien in der Regel unterbindet.

Diese Annahme steht keinesfalls im Widerspruch zu der Ansicht von Cook (1925), die ich teile, daß sehr kalte Wintertemperaturen ohne Schneefall, also Kahlfröste, die überwinternden Käfer stark dezimieren oder in weiten Gebieten auch vernichten können. Auch Sweetman (1929) glaubt, daß der Schädling im Osten des Staates Wyoming, wo er 1926 und 1927 vorhanden war, nur deshalb wieder verschwunden ist, weil der Winter 1927 in diesem Gebiet ungewöhnlich trocken und kalt war, so daß die Tiere der Kälte erlegen sind.

Sehr ähnliche klimatische Bedingungen wie in den Mittelmeerländern herrschen übrigens auch in dem größten Teil der Küstengebiete in Kalifornien. Essig und Michelbacher (1933) folgern daher auch nach einem Vergleich der Klimate, daß die Faktoren, die in den Mittelmeerländern den Schädling in Schach halten, auch im westlichen Kalifornien wirksam sein müssen, was besagt, daß sehr wahrscheinlich auch dort das milde Winterklima eine starke Verzettelung des gesamten Generationsablaufes bewirkt. Damit stehen die auf Seite 345 mitgeteilten Beobachtungen in Einklang, wonach in diesem Gebiet der Käfer anscheinend schon im Herbst mit der Eiablage beginnt.

Für das Inland des Staates Kalifornien vermuten Essig und Michelbacher auch die sehr hohen Sommertemperaturen als wesentlichen Begrenzungsfaktor und in der Tat liegen hier die mittleren Sommertemperaturen und besonders auch die sommerlichen Temperaturmaxima ungleich viel höher als an irgendeiner Station der Mittelmeerländer. Reeves (1927 b) erwähnt auch für den Staat Utah, daß in den neun Jahren, in denen der Käfer ohne Unterbrechung schädlich war, die Temperaturen während der Haupteiablagezeit im April und Mai ungewöhnlich hoch lagen. Im Jahre 1917 aber, das sehr kalt war, verursachte der Käfer keinen Schaden. Hohe Temperaturen im Frühjahr und relativ kühle Witterung in Gebieten mit normalerweise heißen Sommern sind danach für den Schädling günstig (Essig und Michelbacher [1934 b]). In welcher Weise die hohen Temperaturen auf die Vermehrung des Käfers einwirken und wo für die einzelnen Entwicklungsstadien die kritischen Abschnitte beginnen, wurde bei Besprechung der Versuche von Sweetman und Wedemeyer (1933) bereits gesagt (S. 328).

Ein sehr wichtiger Zeitpunkt für die ungünstige Einwirkung hoher Temperaturen besonders auch in Verbindung mit einer niedrigen rela-

tiven Luftfeuchtigkeit ist ganz zweifellos die Vornahme des ersten und unter Umständen auch der weiteren Schnitte. Hierbei sei zunächst nicht an die Eier und Junglarven gedacht, die sich noch in den Stengeln oder zwischen den Pflanzenteilen befinden, und die in dem welkenden und trocknenden Heu absterben oder fortgeschafft werden. Sie finden Erwähnung bei der Besprechung der Bedeutung der Kulturmaßnahmen für die Bekämpfung. Wir denken vielmehr an die auf dem Felde verbleibenden Entwicklungsstadien des Schädlings, also an die älteren Larven, an die schon vorhandenen Puppen und die noch legenden Käfer. Sie befanden sich bis dahin unter dem Schutz der Krautdecke, also in einer Atmosphäre hoher Luftfeuchtigkeit und relativ geringer Sonnen- und damit Temperaturwirkung. Sie werden in dem Augenblick, wo das Kraut geschnitten und entfernt wird, plötzlich ungewöhnlich starken Schwankungen und Extremen der Witterung ausgesetzt, und besonders die Temperatur wird infolge der fast ungehinderten Sonneneinwirkung hohe und auch für die Tiere schädliche Werte erreichen. Hierauf ist schon von verschiedenen Autoren hingewiesen worden und auf Grund eingehender Untersuchungen besonders von Sweetman (1929). In einer Feldstation im Staate Wyoming wurden auf dem Boden des Luzernefeldes, wenn dieser der Sonne ausgesetzt war, Temperaturen zwischen 50 und 60 ° C gemessen, sofern der Acker nicht gerade sehr feucht war. Die Temperaturen der Luzernestengel, der Blattoberflächen und der Triebspitzen schwankten zwischen 7 und 42 ° C und waren ganz ähnlich derjenigen der Luft zwischen den Pflanzenteilen.

Auch Reeves und Hamlin (1931) glauben, daß der größte Prozentsatz der bis zur Zeit des ersten Schnittes vorhandenen Nachkommenschaft durch die Witterung in Verbindung mit hoher Parasitierung zugrunde geht. Sie meinen, daß der Schädling seinen Bestand nur dadurch von einem Jahr ins andere zu retten vermag, daß die Parasitenwirkung nach dem ersten Schnitt nachläßt, und die nach dem ersten Schnitt sich entwickelnde Larvenpopulation infolge günstigerer Temperaturverhältnisse so schnell heranwächst, daß sie erwachsen und damit der Gefahr entronnen ist, ehe der Zeitpunkt zum 2. Schnitt gekommen ist. Für Mittelkalifornien, wo die Luzerne in der Regel sechsmal geschnitten wird, stellen Michelbacher und Essig (1934 a u. b) als unzweifelhaft fest, daß die zahlreichen Schnitte zur Niederhaltung des Schädlings ganz wesentlich beitragen, indem sie die Tiere der Wirkung der hohen Temperaturen aussetzen. Sie halten es auch für wahrscheinlich, daß eine wiederholte Bewässerung die schädliche Wirkung der Temperaturen etwas herabsetzt und dadurch mehr Tiere am Leben bleiben. Dafür wird aber die Luzerne andererseits zu so kräftigem Wuchs angeregt, daß von einem Schaden nicht mehr die Rede sein kann.

Interessant ist auch eine Mitteilung von Howard (1926), wonach im Jahre 1926 im westlichen Idaho und im Zentrum des Staates Utah im Entstehen begriffene Massenvermehrungen zum plötzlichen Stillstand

kamen. Für Idaho wird die Unterbrechung des Angriffs mit einer kalten, nassen Woche in Verbindung gebracht, die gerade mit dem Höhepunkt der Eiablage zusammentraf (vgl. Sweetman [1932]), während in Utah die Luzerne sehr schnell schnittreif wurde und dadurch wahrscheinlich die Vermehrung des Schädlings stark gestört wurde.

Daß auch die Puppen in ihren Gespinsten, wenn sie ungeschützt der Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind, wie dies besonders kurz nach der Ernte eines Luzerneschnittes der Fall ist, leiden, hat Sweetman (1929) durch einen Versuch nachgewiesen. Puppen, die weniger als einen Tag ungeschützt auf dem Boden des Feldes lagen, ergaben zu 17 % mehr Käfer als solche, die länger der Sonnen- und Hitzewirkung ausgesetzt waren.

Zusammengefaßt ergibt sich, daß unter den Begrenzungsfaktoren der unbelebten Umwelt, dem Boden offenbar nur eine relativ geringe Bedeutung zukommt. Für die räumliche und mengenmäßige Begrenzung spielt dagegen das Klima allgemein und die jeweilige Witterung eine entscheidende Rolle. Der direkte Einfluß des Niederschlags als Regen oder Tau ist gering zu bemessen im Vergleich zur Wirkung der relativen Luftfeuchtigkeit. Ein starkes Absinken der relativen Luftfeuchtigkeit kann den Schädling in allen Entwicklungsstadien stark dezimieren. Ein schädlicher indirekter Einfluß hoher Luftfeuchtigkeit durch Begünstigung der parasitischen pilzlichen Feinde ist nachgewiesen. Ob ihr allerdings die große Bedeutung als Begrenzungsfaktor zukommt, die ihr besonders von Cook (1925) zugesprochen wird, ist zweifelhaft und bedarf noch des direkten Nachweises. Wichtiger als die Feuchtigkeit ist sehr wahrscheinlich die Temperatur. Sie ist der dominierende Faktor bei Regulierung der Verbreitung, der Geschwindigkeit der Entwicklung und damit für das gleichzeitige Auftreten großer Schädlingsmassen, das einen starken Schadfraß im Gefolge hat. Die Witterung und ganz besonders die Temperatur im Herbst, Winter und Frühjahr entscheidet weitgehend darüber, ob die Fortpflanzungsperiode kurz und damit für den Schädling günstig ist, oder ob sie sich über viele Monate hin verteilt, so daß die Nachkommenschaft stark dezimiert wird, und der Fraß der Larven kaum wirtschaftliche Bedeutung gewinnt. In manchen Ländern, wie im Mittelmeergebiet und an den Küsten Kaliforniens, scheint der zweite Fall die Regel zu sein. Dort aber, wo die Winter kalt und schneereich sind, das Frühjahr plötzlich und warm einsetzt und die Frühjahrsmonate warm, der Sommer aber nicht zu extrem heiß ist, dort ist am häufigsten mit einem Massenauftreten und wirtschaftlichem Schadfraß zu rechnen. Die kritischste Zeit macht der Schädling kurz nach dem ersten oder auch nach dem zweiten Schnitt durch, da in diesen Tagen die Witterung und besonders der schädliche Einfluß hoher Temperaturen sich am ungünstigsten auf die durch eine Krautdecke nicht geschützten Larve und Puppen des Schädlings auswirken kann.

C. Geographische Verbreitung

Die heutige geographische Verbreitung von *Ph. variabilis* ist ganz offenbar nur in sehr geringem Maße von der Verbreitung seiner wichtigsten Brutpflanze, der Luzerne, bestimmt. Das geht besonders deutlich aus dem Schadgebiet in den Vereinigten Staaten von Nordamerika hervor (siehe Abb. 23 S. 401). Wir müssen nach den bisherigen Untersuchungen vielmehr annehmen, daß die Grenzen fast ausschließlich durch das Klima bestimmt sind. Die Länder, in denen der Luzerneblattkäfer mehr oder weniger schädlich auftritt, wurden schon auf S. 390 aufgezählt. Einige weitere Gebiete kommen noch hinzu. Das gesamte Verbreitungsgebiet ist in Anlehnung an Essig und Michelbacher (1933) in Abb. 27 kartenmäßig dargestellt. Die mit eingetragenen

Abb. 27. Geographische Verbreitung von *Ph. variabilis* im Jahre 1922 (aus Essig und Michelbacher 1933)

Jahresisothermen zeigen, daß das Verbreitungsareal, von Küstengebieten in Nordafrika, Arabien, Persien und dem Mündungsgebiet des Ganges abgesehen, im wesentlichen zwischen den Isothermen von 5 und 20 ° C liegt. Entsprechende Grenzen der Niederschlagsverteilung lassen sich nicht finden, und es ist deshalb anzunehmen, daß, aufs Ganze gesehen, in erster Linie die Temperatur die geographische Verbreitung des Luzerneblattnagers bestimmt.

D. Voraussage

Soweit sich bisher beurteilen läßt, erscheint es nicht ausgeschlossen, nach weiteren, über eine Reihe von Jahren ausgedehnten Beobachtungen im ständigen Verbreitungsgebiet des Schädlings zu einer brauchbaren Prognose zu kommen. Voraussetzung dazu ist, daß die Untersuchungen am gleichen Ort vorgenommen und daß gleichzeitig auch eingehende klimatische Feststellungen gemacht werden. Auch das Alter der Luzerneschläge wird dabei eine besondere Rolle spielen und nicht zuletzt die Kulturmaßnahmen, die eine an sich vorhandene Massenvermehrung verdecken und unter Umständen sogar unterbinden können. Ein stärkeres Auftreten auf dem einen oder anderen Feld wird deshalb weniger einen Anhaltspunkt geben können als ein Massenbefall in einem größeren Gebiet. Um dieses Massenauftreten aber als solches erkennen und herausstellen zu können, ist es erforderlich, den normalen Bestand Jahr für Jahr zu überprüfen, um die

„Norm" festzulegen. An derartigen Untersuchungen fehlt es bisher und deshalb ist es auch auf Grund der Literatur noch nicht möglich, die Angaben über besondere Schadjahre in bestimmten Gebieten zu analysieren und damit exakte Unterlagen für die Prognose zu gewinnen. Eine Reihe allgemeiner Gesichtspunkte läßt sich aber jetzt schon gewinnen.

Ph. variabilis hat nur eine Generation im Jahre, im günstigsten Falle in wärmeren Gebieten eine teilweise zweite. Von dieser Tatsache ausgehend, darf man erwarten, daß trotz der großen Vermehrungspotenz, d. h. trotz der hohen Zahl von Eiern, die durchschnittlich ein Weibchen legt, eine Massenvermehrung sich nicht innerhalb eines einzigen Jahres aus einem geringen Bestand heraus entwickeln kann. Entweder wird eine allmähliche — bisher wohl oft übersehene — Anreicherung der Käfermassen vorausgehen müssen, oder aber der normale „eiserne Bestand" muß verhältnismäßig groß sein, wie dies z. B. in den Mittelmeerländern der Fall sein soll. Für jedes Gebiet sind dann die Begrenzungsfaktoren besonders in Rechnung zu stellen, und ihre positive oder negative Auswirkung ist genau zu prüfen. Wir wissen bereits mit einiger Sicherheit, daß diese Begrenzungsfaktoren in den einzelnen Ländern durchaus verschieden sein können. Für alle Gebiete mit mildem Herbst und Winter (z. B. Italien, Kalifornien) konnten wir wahrscheinlich machen, daß hier der Generationsablauf sich verzettelt, und es deshalb normalerweise nicht zum gleichzeitigen Auftreten großer Larvenmassen kommt. Logischerweise müßte das Gegenteil eintreten, wenn hier einmal der Herbst und Winter anormal kühl und lang ist und dann plötzlich von warmer Frühjahrswitterung abgelöst wird. Die Massenvermehrung müßte dann um so größer und anhaltender sein, je weniger extrem hoch die Sommertemperaturen sind, die in diesen Ländern offenbar in normalen Jahren ebenfalls als wichtige Begrenzungsfaktoren in Erscheinung treten.

In den östlichen Ländern des Verbreitungsgebietes ist es neben der sommerlichen Hitze wahrscheinlich stellenweise auch die winterliche Kälte bei gleichzeitig geringer Schneedecke, die normalerweise ein ständiges Massenauftreten des Luzerneblattnagers verhindert. Hier wäre zu prüfen, ob den starken Befallsjahren dem eben genannten Sinne entgegengesetzte Klimaverhältnisse vorauszugehen pflegen, um auf diese Weise zu Anhaltspunkten für eine Vorhersage zu kommen. Selbstverständlich darf in keinem Falle der Niederschlag des Frühjahrs und Sommers und eine damit etwa zusammenhängende Vernichtung der Schädlinge unberücksichtigt bleiben, gerade weil die Anhaltspunkte in dieser Richtung noch relativ gering sind.

In den nördlichen Ländern, zu denen ich hier auch Deutschland zählen möchte, ist zwar der Herbst und Winter ausreichend kühl und niederschlagsreich, um die Käfer von einem frühen Beginn der Eiablage abzuhalten und sie gegen Kahlfröste zu schützen. Das Frühjahr ist dafür aber auch entsprechend kühl und feucht. Es setzt zudem spät und oft nur zögernd ein und ist häufig von Kälterückschlägen durchsetzt, die die Ablage der Eier und auch die Entwicklung der Embryonen und

Larven unterbrechen oder doch verzögern. Auf diese Weise kommt in den nördlichen Ländern ebenfalls eine Verzettelung des gesamten Generationsablaufes und häufig eine Ausdehnung des Larvenfraßes bis in den Juli oder gar bis in den August hinein zustande. Diese Verlängerung der Entwicklungszeit, die sich in der Regel weit über den ersten Schnitt hinaus erstreckt, in die also die Ernte in der Regel auch stark vernichtend eingreift, ist hier offenbar in Verbindung mit dem direkten nachteiligen Einfluß der Temperaturrückschläge einer der wichtigsten Begrenzungsfaktoren. Demzufolge wird man erwarten dürfen, daß eine Massenvermehrung und damit auch ein erhöhter Schadfraß stattfindet, wenn das Frühjahr plötzlich einsetzt, ungewöhnlich warm und trocken ist und ohne empfindliche Temperaturrückschläge in einen warmen Sommer übergeht. Das Massenauftreten wird dabei um so größer sein, je mehr solcher Jahre aufeinander folgen. Nach der Annahme von Cook (1925) ist in unserem Klimabereich der zu hohe sommerliche Niederschlag der wichtigste Begrenzungsfaktor. Es wäre deshalb auch zu prüfen, ob Massenvermehrungen in den nördlichen Ländern etwa auf Jahre folgen, die einen anormal niedrigen sommerlichen Niederschlag und vielleicht auch erhöhte Temperaturen aufzuweisen haben.

Die vorstehenden Überlegungen können noch keinen Anspruch darauf machen, als exakte Unterlagen für die Stellung einer Prognose des Massenauftretens von *Ph. variabilis* zu dienen. Sie sind als Anhaltspunkte und Hinweise gedacht. Sollte es sich aber herausstellen, daß man auf diesem Wege tatsächlich zu brauchbaren und allgemein gültigen Merkmalen für eine Voraussage innerhalb des jetzigen Verbreitungsgebietes des Schädlings kommen kann, so ist es dann nur noch ein Schritt bis zu einer Voraussage über die Möglichkeit des Auftretens von *Phytonomus variabilis* in bisher noch gänzlich unverseuchten Gebieten.

VI. Die Parasiten und räuberischen Feinde

Alle echten Parasiten des Luzerneblattkäfers sind, soweit unsere Kenntnisse reichen, in der alten Welt beheimatet. Diejenigen, die man in Amerika findet, sind dorthin eingeführt, und zwar mit dem ausdrücklichen Ziel, neue Bundesgenossen im Kampf gegen diesen Schädling zu gewinnen. Kosten und Mühen sind nicht gescheut worden und der Erfolg blieb auch insofern nicht versagt, als einige der eingeführten Arten, darunter besonders die Ichneumonide *Bathyplectes curculionis* sich einbürgerten, verhältnismäßig rasch ausbreiteten und dann Jahr für Jahr einen absolut und auch relativ beachtlich hohen Prozentsatz an Larven durch Parasitierung vernichteten. Die Hoffnung allerdings, daß Massenvermehrungen des Luzerneblattnagers dadurch ohne weiteres Zutun des Menschen unterbunden werden könnten, erfüllte sich nicht. Eine Zeitlang glaubte man, daß dieses Ziel erreicht sei. Bei genauerer Betrachtung stellte sich aber heraus, daß eine zeitliche oder örtliche Abnahme

der Schädlingsmassen, die man den Parasiten zugesprochen hatte, zum wesentlichen Teil auf das Konto der klimatischen Faktoren zu setzen war. Ein endgültiges Urteil über den wirklichen Vernichtungswert der Parasiten ist also auch dort, wo man früher die Parasiten nicht gekannt hat, und wo sie heute nicht selten bis zu 90 % der Larven befallen, nicht oder nur sehr bedingt zu erhalten. Chamberlin (1924a u. b) sieht die Zusammenhänge etwa folgendermaßen: In einem Gebiet, in das der Luzerneblattkäfer neu eingedrungen ist, vermehrt er sich zunächst in beunruhigender Weise. Aber nach etwa drei oder vier Jahren kommt diese Vermehrung zu einem gewissen Stillstand, und es hat den Anschein, als ob der Schädling jetzt in ein biologisches Gleichgewicht gekommen wäre. Die jährliche Vermehrungspotenz des Käfers wird von Chamberlin mit etwa 400 : 1 angenommen, so daß der Vernichtungsquotient 99,8 % betragen muß, wenn keine Vermehrung stattfinden soll. Unglücklicherweise ist aber der Schädling in der Lage, eine große Masse von Larven zu erzeugen, ehe dieser hohe Prozentsatz erreicht wird. Der Vernichtungssatz muß erreicht oder überschritten werden durch eine Abtötung der Tiere zu allen Jahreszeiten. Die Schlupfwespe *Bathyplectes* aber wirkt sich nur in einer relativ geringen Zeitspanne aus, und zwar in der Hauptsache im Frühjahr und Sommer. In dieser Zeit, und zwar ganz besonders nach dem ersten Schnitt, gehen bei heißem Wetter nach Meinung von Chamberlin ohnehin rund 90 % der Larven durch Klimafaktoren (in Verbindung mit der genannten Kulturmaßnahme) zugrunde, und zwar ganz gleich, ob die Tiere parasitiert sind oder nicht. So erklärt es sich, daß selbst eine 90prozent. Parasitierung durch diese eine Wespenart in Verbindung mit der Tatsache, daß auch die parasitierten Larven ihre normale Fraßzeit beenden, keine wesentliche Abnahme der alljährlichen Schädlingsmassen und damit der entstehenden Schäden festzustellen ist, wenn nicht die klimatischen Faktoren noch besonders eingreifen.

Der gleichen Meinung wie Chamberlin sind auch Reeves und Hamlin (1931), die ebenfalls darauf hinweisen, daß selbst eine 90prozent. Parasitierung nicht zur Niederhaltung des Schädlings ausgereicht hat, und daß ein Stillstand schließlich nach Verlauf einiger Jahre durch die Summe aller Begrenzungsfaktoren zustande kommt.

In der nachstehenden Übersicht über die bisher bekannten Parasiten von *Phytonomus variabilis* folge ich den zusammenfassenden Angaben von Essig und Michelbacher (1933) und den mir von Herrn Hofrat Fulmek, Wien, freundlichst zur Verfügung gestellten Daten aus seinem noch unveröffentlichten Parasitenindex. Außerdem füge ich Feststellungen über Parasiten hinzu, die in eigenen Zuchten in den vergangenen Jahren aufgetreten sind [1]).

[1]) Die Bestimmung meines Parasitenmaterials verdanke ich den Herren Gahan (Washington), Hedwig (Breslau), Masi (Genua), Nixon (London) und Sachtleben (Berlin-Dahlem), dem ich auch für seine Vermittlung herzlich Dank sage.

A. Die echten Parasiten

1. Eiparasiten

Anaphoidea luna Girault (1914) Fam. *Mymaridae* (syn. *Anaphis* sp.). Bekannt aus Frankreich, Italien (Silvestri [1915]) und Sizilien (Chamberlin [1924 a]). Hier werden auch die Eier von *Phytonomus punctatus* Fabr. belegt, und zwar mit je 2 Eiern, während die Eier von *Ph. variabilis* nur je mit einem Ei beschickt werden. Den Parasiten sollen vor allem die in die trockenen Luzernestengel deponierten Gelege zum Opfer fallen. Aus Eiern von *Ph. punctatus* konnte ich diese Wespe in Schleswig-Holstein 1938 ebenfalls wiederholt ziehen, bisher aber nicht aus Eiern von *Ph. variabilis*.

1911, 1912 und 1913 in den Staat Utah eingeführt, aber dort nach Chamberlin (1924 a, 1924 b) nicht heimisch geworden. 1933 nach Kalifornien eingeführt (Essig und Michelbacher [1933]).

Eupelminus excavatus Dalman, Fam. *Eupelmidae* (Chamberlin [1924 a]) Syn.: *Eupelmus excavatus* Dalman (1820), (Dalla Torre [1898]). Festgestellt in Frankreich, Italien, Sizilien (Chamberlin [1924 a, 1924 b]), Großbritannien und Schweden (Dalla Torre [1898]). Lebt außenparasitisch von den innerhalb der Stengel befindlichen Eiern von *Ph. variabilis* und *Ph. punctatus*. Die Wespen schlüpfen im Herbst.

1913 nach Utah eingeführt, aber dort nicht bodenständig geworden.

Peridesmia phytonomi Gahan (1923), Fam. *Pteromalidae* (Chamberlin [1924 b]). Frankreich, Italien, Sizilien. In Frankreich (Hyères) der wichtigste Eiparasit des Luzerneblattnagers (Parasitierung der Gelege zwischen 10 und 30 %); lebt wie der vorige ectoparasitisch und nimmt die Eier sowohl in trockenen wie in grünen Stengeln an, auch diejenigen von *Ph. punctatus*. Die Larven wurden je nach Örtlichkeit und Klima in der Zeit von Januar bis Juli beobachtet. Der Parasit kommt sowohl im südlichen Frankreich vor, wo die Luzerne praktisch das ganze Jahr über wächst, wie auch in Savoyen in 2500 Fuß Höhe, wo der Winter lang und der Sommer sehr kurz ist und Luzerne eben noch gedeiht.

1933 nach Kalifornien eingeführt.

Spintherus spez., Fam. *Pteromalidae* (Chamberlin [1924 a, 1924 b]) Frankreich, Sizilien. Lebensweise ähnlich der vorigen, jedoch vorwiegend in kälteren und höheren Regionen (Chamberlin [1924 b]).

2. Larvenparasiten

Adelognathus spez., Fam. *Ichneumonidae*. Wird für Polen von Krasucki (1925) als Larvenparasit erwähnt und lebt auch in *Ph. murinus* F. (Fulmek).

Bathyplectes corvina Thomson, Fam. *Ichneumonidae* (Chamberlin [1924 a]) Syn.: *Canidia corvina* Thomson (1887), (Dalla Torre [1891] und *Canidiella corvina* Thomson, (Dalla Torre

[1891]). Bewohnt anscheinend das gesamte Verbreitungsgebiet von *Ph. variabilis* in Europa; für Kuban von Großheim (1913) erwähnt als *Canidiella curculionis* Thoms.; Schweden, Deutschland (Dalla Torre [1891]), Südeuropa (Chamberlin [1924b]). In den Lebensgewohnheiten ähnlich wie die folgende Art, jedoch nur eine Generation im Jahre. Überwintert als Puppe oder als Imago innerhalb ihres Kokons und schlüpft im Frühjahr. Nach Chamberlin eine der häufigsten Parasiten des Luzerneblattnagers in Europa und z. B. 1922 und 1923 in Hyères (Frankreich) vorherrschend. Schwer in künstlicher Zucht zu halten.

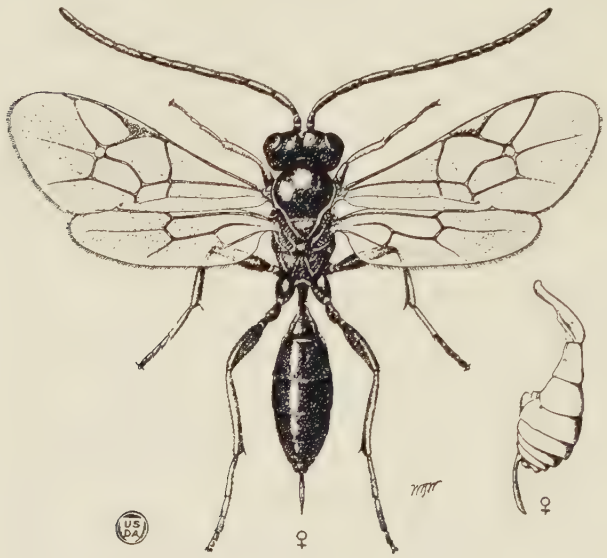


Abb. 28. *Bathyplectes curculionis* Thoms. (nach Webster, 1912)

Bathyplectes curculionis Thomson, Fam. *Ichneumonidae* (Chamberlin [1924b]) Syn.: *Canidia curculionis* Thomson (1887), (Dalla Torre [1891]); *C. subcincta* Holmgren (1858), (Dalla Torre [1891]) und *Canidiella curculionis* Thomson (Dalla Torre [1891]) (Abb. 28). Die Wespe ist der Verbreitung und ihrer Bedeutung nach der wichtigste Parasit von *Ph. variabilis*. Sie wurde festgestellt in folgenden Ländern: Deutschland, Schweiz, Frankreich, Italien und Sizilien (Martelli [1911]), Kuban (Großheim [1913]), Tunis (Chamberlin [1926]) und Turkestan (Dvornitschenko [1917]). Nach Dalla Torre (1891) in Nord- und Zentraleuropa.

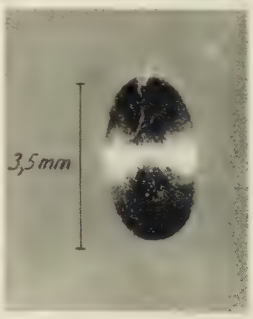


Abb. 29. Kokon von *Bathyplectes curculionis*

Die Wespen schlüpfen im Frühjahr aus überwinterten Kokons (Abb. 29) und legen ihre Eier in die Larven des Luzerneblattnagers. Entwicklungsdauer vom Ei bis zur erwachsenen Larve etwa 2 Wochen. Nachdem die Wirtslarve ihren Kokon gesponnen hat, verläßt die Parasitenlarve diese und spinnt sich ihrerseits in dem grobmaschigen Gespinst des Wirtes ihren eigenen durch eine weiße „Gürtelzone" charakte-

risierten dichten Kokon. Bis zum Schlüpfen des Parasiten vergehen nun nochmals 14 Tage, und sofort belegen diese Tiere wiederum die Larven und Präpuppen von *Ph. variabilis*. Die Überwinterung geht nach Chamberlin (1924a) im Vorpuppenstadium vor sich, Verpuppung und Schlüpfen im folgenden Frühjahr. Die Wespenkokons der ersten Generation sind schmutzig gelbbraun und wesentlich dünner und nachgiebiger als die kastanienbraunen, sehr festen Gespinste der überwinternden zweiten Generation.

In den Jahren 1911—1914 wurde *Bathyplectes curculionis* mehrmals nach den Vereinigten Staaten eingeführt und zunächst im Staate Utah ausgesetzt. Die Einbürgerung und Verbreitung ging schnell vonstatten und heute ist diese Wespe in USA. in einer Reihe von Staaten nicht nur heimisch, sondern als weitaus wichtigster Parasit des Luzerneblattnagers befällt sie dort in manchen Gebieten und Jahren zwischen 90 und 99 % der Wirtslarven. Eine historische Darstellung dieser Einbürgerung und allmählichen Ausbreitung befindet sich bei Essig und Michelbacher (1933). Leider haben sich die Hoffnungen, die man auf diesen Parasit setzte, trotz der hohen Wirksamkeit nicht erfüllt. Die Gründe wurden schon auf S. 402 besprochen. Eine Massenvermehrung kann jedenfalls bei für den Schädling günstigem Klima durch die Wespe allein nicht unterbunden werden, und das Eingreifen des Menschen mit Hilfe von Kultur- oder direkten Bekämpfungsmaßnahmen ist nach wie vor erforderlich.

Nach Fulmek (Parasitenindex) wird auch *Ph. murinus* F. von *B. curculionis* parasitiert.

Von Chamberlin (1924a, 1924b) werden folgende Sekundärparasiten von *Bathyplectes*-Arten für Europa angegeben: *Mesochorus nigripes* Ratz., die auch in Zuchten des Verfassers auftrat, *Gelis stevenii* (Grav.), *Dibrachys boucheanus* Ratz. und *Eupteromalus* sp. Der erstere soll nach Krasucki (1925) in Polen die Larven des Luzerneblattnagers parasitieren. Fulmek gibt außerdem noch *Catolaccus aeneoviridis* Gir., *Habrocytus* sp.[1]), *Tetrastichus bruchophagi* Ashm., *Eupelmella vesicularis* Ratz., *Habrocytus crassinervis* Thn. (bis auf die letztere alle für den Staat Utah) und eine nicht näher bezeichnete *Pteromalide* als Hyperparasiten dieser Wespe an. *Gelis* (*Pezomachus*) *instabilis*

[1]) Über 4 von mir gezogene *Habrocytus* schreibt mir Herr Sachtleben, nachdem die Tiere Herrn Gahan (Washington) vorgelegen hatten: „Es handelt sich hierbei um dieselbe Art, von der A. B. Gahan 1933 eine große Anzahl von Exemplaren für C. J. Sorenson bestimmt hat, und die von diesem (Utah Acad. Sci. Proc. vol. 11, 1934, p. 250) als *Habrocytus* n. sp. A. bezeichnet wurde. Sorensons Stücke waren offenbar Sekundärparasiten von *Phytonomus*: Parasiten von *Bathyplectes curculionis* Gahan hatte diese Art bisher als nordamerikanische angesehen, wird aber durch die von Ihnen gezogenen Stücke zu der Annahme veranlaßt, daß sie zufällig nach Utah oder Idaho aus Europa eingeschleppt wurde. Die Art ist allerdings kein typischer *Habrocytus*, da die Keule der Antenne verbreitert ist und die Geißelglieder kurz sind. Gahan sieht jedoch diese Unterschiede nur als Artunterschiede an und stellt die Tiere deshalb trotzdem zur Gattung *Habrocytus*."

Först., die in meinen Zuchten auftrat, möchte ich ebenfalls als Hyperparasiten von *B. curculionis* ansehen. Ihr Hyperparasitismus ist für andere Wirte wiederholt nachgewiesen worden (Fulmek). Ob *Gelis (Pezomachus) transfuga* Först., die ich wiederholt aus Larven, Präpuppen und Puppen ziehen konnte, ebenfalls als Hyperparasit auftritt, bleibt jedoch noch fraglich.

In den Larvenzuchten des Verfassers trat *Bathyplectes curculionis* zu jeder Zeit und in Material der verschiedensten Herkunft auf (Schleswig-Holstein, Schlesien, Mecklenburg, Provinz Sachsen, Grenzmark, Ostpreußen, Anhalt). Derartige hohe Parasitierungssätze, wie sie aus den Vereinigten Staaten berichtet werden, konnten jedoch niemals beobachtet werden. Nur in ganz vereinzelten Fällen konnte eine Parasitierung durch *B. curculionis* zwischen 60 und 70 % festgestellt werden. In insgesamt 50 Zuchten verschiedener Herkunft (vornehmlich aus Schleswig-Holstein) betrug die durchschnittliche Parasitierung durch diese Wespe dagegen nur 20 %. Damit war *B. curculionis* aber schon bei weitem der wichtigste Parasit von *Ph. variabilis*. Vielleicht liegt das an den wesentlich niedrigeren Temperaturen im Mai, Juni und Juli, vielleicht auch an den höheren und häufigeren Niederschlägen während der Flugzeit der Wespe. Die gelbbraunen dünneren Gespinste konnten zwar häufiger festgestellt und daraus auch die Wespen gezogen werden. In den meisten Fällen fertigten die Tiere sich aber einen festen dunkelbraunen Kokon an, und zwar auch dann, wenn die Käferlarven als drittes und viertes Stadium schon zeitig eingetragen waren. Es besteht deshalb der Verdacht, daß auch *Bathyplectes curculionis* wie *B. corvina* in klimatisch ungünstigen Jahren oder Gebieten nur eine Generation im Jahre durchläuft. Der häufigste Hyperparasit war *Mesochorus nigripes* Rtzbg.

Bathyplectes tristis Gravenhorst, Fam. *Ichneumonidae* (Chamberlin [1924a]) Syn.: *Campoplex tristis* Gravenhorst (1829), (Dalla Torre [1891]); *Limneria tristis* Marshall (1872), (Dalla Torre [1891]). *Canidia tristis* Brischke (1880), (Dalla Torre [1891]). *Canidiella tristis* Gravenhorst, (Dalla Torre [1891]). Nach Dalla Torre (1891) aus Großbritannien und Deutschland bekannt (ohne Angabe der Wirte). In Südeuropa nach Chamberlin (1924b) Larvenparasit bei *Ph. variabilis* und *Ph. punctatus*, jedoch sehr selten und wahrscheinlich nur eine Generation jährlich.

Stenocryptus nigriventris Thomson (1873), Fam. *Ichneumonidae* (Krasucki [1925]). Syn.: *Pammachus nigriventris* Thomson (Dalla Torre [1891]). Von Krasucki (1925) in Polen als Larvenparasit von *Ph. variabilis* festgestellt und nach Dalla Torre (1891) im nördlichen und zentralen Europa beheimatet. Nach Fulmek auch Parasit von *Ph. murinus* F.

Tetrastichus incertus Ratzeburg, Fam. *Tetrastichidae* (Chamberlin [1924b]). Syn.: *Eulophus incertus* Ratzeburg (1844), (Dalla Torre [1898]). Italien, Frankreich, Schweiz (Chamber-

lin [1925a]) und Deutschland (Dalla Torre [1898]). Diese Wespe übertrifft an Bedeutung nach Chamberlin (1925a) jeden anderen Parasiten des Luzerneblattnagers in Europa und für Italien wurde eine durchschnittliche Parasitierungshöhe von 71,2% der Larven festgestellt. Die Eier werden in die Larven eingeführt, und zwar in jede 6—17 Stück. Die belegten Larven bekommen zunächst eine schmutziggelbe Farbe, werden dann rötlich und schließlich rotbraun. Während der Umfärbung sterben sie ab, schrumpfen zusammen und werden hart und spröde. Die kleinen Wespen schlüpfen aus einer oder mehreren selbstgenagten Öffnungen.

Tetrastichus incertus war auch nach den eigenen Untersuchungen in den Jahren 1936 und 1937 neben *Bathyplectes curculionis* der wichtigste Parasit von *Ph. variabilis* in Deutschland, 1938 rückte allerdings *Pimpla maculator* an seine Stelle. Das Material stammte aus Schleswig-Holstein, Mecklenburg und Anhalt.

Nach Chamberlin (1925a) wurde einmal aus einer Präpuppe von *Ph. variabilis* als sekundärer Parasit von *Tetrastichus Eupelmus atropurpureus* Dalman (1820) gezogen.

Eine nicht determinierte *Tetrastichus*-Art wurde ebenfalls aus Larven des Luzerneblattnagers in Südrußland von Großheim (1913) gezogen.

Nach Howard (1926) wurde *Microbracon tenuiceps* Muesb., der in den Larven von *Ph. punctatus* parasitiert, vereinzelt auch aus Larven von *Ph. variabilis* gezogen.

Thomson (1920) berichtet über ein einzelnes Stück der Tachine *Tachina impotens* Rondani, die in Frankreich gezogen wurde.

Aus Larven von *Ph. variabilis* wurden häufiger, und zwar aus Material verschiedenster Herkunft, große Fadenwürmer erhalten, die der Gattung *Paramermis* angehören (nach mündlicher Mitteilung von Dr. Goffart, Kitzeberg). Eine praktische Bedeutung kommt diesen Parasiten jedoch nicht zu.

3. Parasiten der Präpuppe und Puppe

Aenoplegimorpha micator Gravenhorst, Fam. *Ichneumonidae* (Chamberlin [1924a]). Syn.: *Ichneumon micator* Gravenhorst (1807), (Dalla Torre [1891]); *Hemiteles micator* Gravenhorst (1829), (Dalla Torre [1891]) und *Aenoplegimorpha phytonomi* Viereck (1912), (Cushman [1922]). Nach Chamberlin (1924a, 1924b) in Europa heimisch. Die Wespe wurde nach Utah eingeführt, ist dort aber nicht bodenständig geworden.

Dibrachoides dynastes Förster, Fam. *Pteromalidae* (Chamberlin [1924a]). Syn.: *Pteromalus dynastes* Förster (1841), (Dalla Torre [1898]). Deutschland (Förster [1841]), Südrußland (Großheim [1913]), (Kurdjumov [1913]); Frankreich und Italien (Chamberlin [1924a, 1924b]), (Smith [1930]). Der Parasit ist 3 mm groß, stark metallisch grün bis bräunlich glänzend und lebt als

Larve ectoparasitisch an den Präpuppen oder Puppen des Luzerneblattnagers und saugt diese aus. Für diese Stadien nach Chamberlin (1924a) wahrscheinlich der wichtigste Parasit in Europa. Jeder Wirt wird mit 3—5 Eiern belegt und bis 5 Larven vermögen an einem Wirt heranzuwachsen. Die Präpuppen werden den Puppen vorgezogen. Die Überwinterung geht als Imago vor sich (Smith [1930]). Die Wespe parasitiert auch in *Phytonomus murinus* F. (Fulmek), in *Ph. rumicis* L. und *Ph. nigrirostris* L. (Chamberlin [1933]); nach Smith auch bei *Ph. punctatus* F., aus dem bis zu 13 Wespen aus einem Wirt gezogen wurden. In meinem Zuchtmaterial aus Schleswig-Holstein trat sie in einigen Exemplaren auf.

Nach Chamberlin (1924b) parasitiert in den Puppen von *D. dynastes* die *Eulophide Pleurotropis* sp. in geringem Maße.

Dibrachoides dynastes wurde 1933 nach Kalifornien eingeführt (Essig und Michelbacher [1933]).

Hemiteles graculus Gravenhorst, Fam. *Ichneumonidae* (Chamberlin [1924a]). Syn.: *Bassus graculus* Gravenhorst (1829), (Dalla Torre [1891]). Bisher ohne besondere Bedeutung und nur von Chamberlin (1924b) in Italien festgestellt. Dalla Torre gibt als Heimat auch Großbritannien an, allerdings ohne Nennung des Wirtes.

Hemiteles (Aptesis) hemipterus Fabr., Fam. *Ichneumonidae* (Cushman [1927]). Syn.: *Ichneumon hemipterus* Fabricius (1793), (Dalla Torre [1891]); *Hemiteles insignipennis* Schmiedeknecht (1905), (Cushman [1927]). Der Parasit wurde aus Kokons des Luzerneblattnagers in Südeuropa gezogen (Essig und Michelbacher [1933]) und wird von Schmiedeknecht (1905) auch für Deutschland erwähnt. Da er aber auch als Hyperparasit aus *Microgaster tibialis* Nees und *Eulimneria crassifemur* Thomson, zwei Parasiten von *Pyrausta nubilalis* Hbn., gezogen wurde (Cushman [1927]), besteht der Verdacht, daß er auch bei *Ph. variabilis* Hyperparasit ist.

Necremnus leucarthros Nees, Fam. *Eulophidae* (Chamberlin [1924b]). Syn.: *Eulophus leucarthrus* Nees ab Esenbeck (1834), (Dalla Torre [1898]); *Necremnus leucarthros* Thomson (1878), (Dalla Torre [1898]). Frankreich und Italien (Chamberlin [1924b, 1925b]), Deutschland (Nees [1834]) und Schweden (Dalla Torre [1898]). Dieser Parasit wurde auch aus *Lema cyanella* Linn. gezogen (Ruschka und Fulmek [1915], Chamberlin [1925b]). Die Eier werden in großer Zahl an die Präpuppen gelegt, und mehrere Wespen vermögen an einem Wirt heranzuwachsen. Auch aus *Ph. rumicis* L. wurde (nach Fulmek) ein *Necremnus* sp. gezogen.

Pimpla maculator Fabr., Fam. *Ichneumonidae* (Escherich [1931]). Syn.: *Itoplectis maculator* Fabr. (Chamberlin [1924a]), *Ichneumon maculator* Fabricius (1775), (Dalla Torre [1891]), *Pimpla maculator* Gravenhorst (1818), (Dalla Torre [1891]). Ein polyphager, in Europa verbreiteter Parasit (Dalla Torre [1891],

Escherich [1931]). Aus dem Luzerneblattnager erhalten in Frankreich und Italien durch Chamberlin (1924b), in Frankreich auch von Picard (1914a) und in Rußland von Großheim (1913). Chamberlin (1924b) vermutet, daß *Catolaccus ater* Ratz. als sekundärer Parasit bei *Pimpla maculator* schmarotzt.

In den Zuchten des Verfassers trat *P. maculator* besonders im Jahre 1938 häufiger auf, erreichte aber im allgemeinen bei weitem nicht die Bedeutung von *Bathyplectes curculionis*.

Von anderen *Phytonomus*-Arten wird noch *Ph. murinus* F. durch *P. maculator* parasitiert (Fulmek).

Spilocryptus pumilus Kriechbaumer (1899), Fam. *Ichneumonidae* (Chamberlin [1924a], Dalla Torre [1891]). In Italien von Chamberlin (1924a) und in Tirol von Dalla Torre (1891) aus Präpuppen und Puppen des Luzerneblattnagers gezogen.

Eulophus sp., Fam. *Eulophidae* und *Eutelus* sp., Fam. *Pteromalidae* sind von Martelli (1911) in Italien aus *Ph. variabilis* gezogen worden; Stadium des Wirtes unbekannt.

4. Imaginalparasiten

Perilitus aethiops Nees (*Braconidae*) konnte in den Jahren 1937 und 1938 vereinzelt aus überwinterten Käfern gezogen werden, und zwar sowohl aus *Ph. variabilis* wie auch aus *Ph. nigrirostris* F. und *Ph. arator* L. Diese Wespe ist nach Fulmek in England aus *Phyllotreta nemorum* L. und *Sitona hispidulus* F., in Deutschland aus *Phyllotreta vittula* Redtb. und in Rußland auch schon aus *Ph. variabilis* gezogen worden.

Pygostolus falcatus Nees (*Braconidae*) konnte 1938 ebenfalls in einzelnen Stücken aus überwinterten Käfern erhalten werden. Nach Fulmek ist diese Wespe damit erstmalig aus *Phytonomus* gezogen worden aber aus einer Reihe von anderen Wirten, besonders aus *Sitona*-Arten schon als Imaginalparasit bekannt.

Fulmek gibt in seinem noch unveröffentlichten Parasitenindex neben den bisher genannten für *Ph. variabilis* noch folgende Parasiten an: Die Braconiden *Dinocampus (Perilitus) Coccinellas* Schr. (Rußland) als Hyperparasit und *Perilitus secalis* Hal. (Rußland); die Chalcididen *Amblymerus (Eutelus)* sp. (USA.), *Anaphes pratensis* Frst. (Europa), *Oligosita sanguinea* Gir. (Italien); *Peridesmia aquigranensis* Mayr. (Europa, Nordamerika); ferner die *Ichneumoniden Bathyplectes anura* Thn. (Rußland) sowie *Cryptus* sp. (Rußland) und *Phygadeuon* sp. (Italien).

5. Pilzliche Parasiten

Auf die allgemeine Bedeutung der pilzlichen Parasiten des Luzerneblattnagers, die besonders von Cook (1925) sehr hoch eingeschätzt wird, hatten wir schon an anderer Stelle hingewiesen (s. S. 405 u. 407). Cooks Ansicht, daß die pilzlichen Parasiten besonders bei feucht-

kühler Witterung zur Massenvermehrung kommen und einen der wesentlichen Begrenzungsfaktoren für den Schädling in vielen Ländern darstellen, konnten wir nicht als erwiesen ansehen. Die relativ niedrigen Zahlen verpilzter Larven oder Volltiere des Schädlings, die bisher bekannt geworden sind, vermögen dieser Annahme jedenfalls noch keine genügende Stütze zu geben. Auch bei den vorliegenden Untersuchungen in Deutschland konnte eine namhafte Verpilzung des Schädlings niemals festgestellt werden, und Essig und Michelbacher (1933) kommen ebenfalls zu der Überzeugung, daß die pilzlichen Parasiten für den Luzerneblattnager nur von geringer Bedeutung sind. Nach der Literatur sind bisher folgende Arten bei *Ph. variabilis* festgestellt worden:

Entomophthora phytonomi Arthur. Parasit der Larven von *Ph. variabilis* in Dänemark (Lind, Rostrup und Kølpin Ravn [1917]), der Larven von *Ph. variabilis* und *punctatus* in Frankreich (Picard [1914a]). Von derselben Pilzart, aber unter dem Namen *Empusa sphaerosperma* Fresen (*Entomophthora sphaerosperma* Fresen) (Picard [1914b]) berichtet Webster (1912), daß sie an manchen Stellen im Staate Utah im August 1911 zwischen 38 und 44,5 % der Larven vernichtet hat.

Entomophthora (Tarichium) punctata Garbowski ist von Garbowski (1927) als eine neue Art beschrieben worden, die in Polen (Provinz Posen) bei *Ph. variabilis* auftrat.

Sporotrichum globuliferum Spegazzini. Besonders von Rockwood (1916) im Staate Utah zeitweise recht zahlreich als Parasit der Imagines von *Ph. variabilis* und anderen Insekten angetroffen. Der Befall war besonders im Frühjahr bei ausreichenden Niederschlägen häufig, im Sommer und Herbst nur auf bewässerten Feldern.

Botrytis bassiana Bals. wurde, wie schon auf S. 407 erwähnt, als einziger pilzlicher Parasit, und zwar der Imagines von *Ph. variabilis* bei den eigenen Untersuchungen des Verfassers in Schleswig-Holstein festgestellt. Die verpilzten Exemplare traten in erster Linie bei künstlich im Kühlkeller überwinterten Käfern auf, so daß die Wahrscheinlichkeit besteht, daß es sich hier um den Befall geschwächter Tiere handelt.

B. Räuberische Feinde

Über die räuberischen Feinde des Luzerneblattnagers und seiner Entwicklungsstadien fehlen aus der alten Welt noch jegliche Angaben, wenn man auch mit Sicherheit annehmen kann, daß eine ganze Reihe von Vögeln und anderen Tieren die Käfer und Larven als Nahrung gern annehmen. In den Vereinigten Staaten stellen nach Webster (1912), Beal (1913, 1914), Kalmbach (1914) und McAtee (1921) eine ganze Anzahl Vögel und andere Wirbeltiere den Käfern oder seinen Larven nach. Hervorgehoben werden besonders: Die Schwarzdrossel, verschiedene Sperlingsarten, der Halsbandregenpfeifer, Feldlerche, Wanderdrossel sowie Wachtel und Grasammer.

An räuberischen Insekten, die dem Luzerneblattnager nachstellen, werden von Webster folgende genannt: *Cicindela imperfecta* Lec. (Webster [1912]), die Coccinelliden *Hippodamia convergens* Guerin, *Hippodamia sinuata* Muls. var. *spuria* Lec. und *Coccinella 9 notata* Hbst., ferner *Collops bipunctatus* Say (Fam. *Melyridae*) und *Eleodes sulcipennis* Mann. (Fam. *Tenebrionidae*).

Die Coccinelliden *Brumus octosignatus* Gebl. und *Semiadalia undecimnotata* Schneid. wurden nach Yakhontov (1937) mit gutem Erfolge für die biologische Bekämpfung der Larven des Luzerneblattnagers im nördlichen Usbekistan, südlichen Kasakstan und südwestlichen Kirgisien angewandt. Die Käfer verlassen gegen Ende Juli, Anfang August die Felder und überwintern im Gebirge in 1—2 Tausend bzw. 5000 Fuß Höhe, *Brumus* unter Gebüsch und *Semiadalia* in Felsspalten. Normalerweise erfolgt die Abwanderung verzettelt und für die meisten Tiere auch zu spät, um der stark auftretenden ersten Generation von *Ph. variabilis* noch bemerkenswerten Abbruch zu tun. Es gelang nun dem Verfasser, die Tiere in großen Mengen in künstliche, vorher mit einer Handvoll toter Käfer beschickte Winterquartiere zu locken, und dies Material dann ohne Schaden bei einer Temperatur von 4—8 ° C aufzubewahren. Die Käfer wurden dann zeitgerecht auf den befallenen Luzernefeldern ausgesetzt, so daß auf einen Käfer etwa 20—50 *Phytonomus*-Larven kamen. Die Erntemenge der in dieser Weise behandelten Luzerne konnte wesentlich gesteigert werden. Noch günstigere Erfolge konnten mit den gleichen Käfern gegen Blattläuse in Baumwollfeldern erzielt werden.

Räuberisch an den Eiern saugend fand Webster außerdem noch die Milben *Pedicoloides ventricosus* Newport und *Erythraeus arvensis* Banks.

VII. Bekämpfung

In dem folgenden Abschnitt sollen alle wichtigeren bisher in Gebrauch gewesenen oder noch als wirksam angesehenen Bekämpfungsmaßnahmen wenigstens eine kurze Erwähnung finden [1]), da die Geschichte der Bekämpfungsmaßnahmen dieses in Europa heimischen und nach USA. eingeschleppten Schädlings sehr interessant und vor allem auch lehrreich ist. Diese Übersicht und die außerordentlich umfangreiche Literatur über diesen Gegenstand, die hier nur zum Teil Berücksichtigung finden kann, lassen erkennen, wie schwierig es selbst nach jahrzehntelangen Beobachtungen und Versuchen zahlreicher Wissenschaftler noch sein kann, über die Bedeutung eines Insektes als Schädling, über die Wege und Gefahr seiner Ausbreitung und den Wert der Anbaumethoden und Kulturverfahren, sowie der direkten Bekämpfungsmaßnahmen ein einheitliches und endgültiges Urteil zu erhalten. 1916

[1]) Über die Möglichkeit einer biologischen Bekämpfung siehe oben.

berichteten Reeves und Mitarbeiter aus dem Staate Utah wie folgt: "The damage to the first-cutting ranges from slight depreciation of the quality of the hay to almost total loss varying according to the rate of growth and the time of harvest; it may be estimated at 50 per cent. The damage to the second cutting, if no effort is made to prevent it, amounts to total loss. The menace to this state, therefore, involves one-half of the yield worth $ 3.000.000." Noch 1927 schreibt Reeves (1927a), daß der Käfer sich nicht nur schnell ausgebreitet hat, sondern auch in den ersten neun Jahren seiner Geschichte in den Vereinigten Staaten Jahr für Jahr ohne Unterbrechung den ersten Luzerneschnitt in seinem Verbreitungsgebiet nahezu zerstört hat. Noch nicht ein Jahrzehnt später stellt Gates (1936) ironisch fest, daß die Auseinandersetzungen in der jüngsten Zeit die Tatsache haben erkennen lassen, daß der Luzerneblattnager in USA. als Gegenstand von Quarantänemaßnahmen wichtiger ist denn als Schädling. Zwischen diesen und ähnlichen Äußerungen klafft eine ungeheure Lücke. Zweifellos hat man besonders im letzten Jahrzehnt in den verseuchten Staaten gelernt, durch direkte und indirekte Bekämpfungsmaßnahmen dem Schädling wirkungsvoll zu begegnen. Trotzdem ist aber aus dem Schrifttum nicht klar zu erkennen, welche Gründe eigentlich dafür verantwortlich zu machen sind, daß der Schädling offenbar an Bedeutung eingebüßt hat und wie oft und in welchem Maße auch heute noch zu direkten Bekämpfungsmaßnahmen gegriffen werden muß.

A. Quarantäne

Die Quarantänemaßnahmen, die in einer Reihe nordamerikanischer Staaten zur Verhütung der Ausbreitung von *Ph. variabilis* bestehen, haben naturgemäß für die europäischen Länder keine Bedeutung, da hier der Käfer schon von jeher heimisch ist. In USA. sind sie entstanden und bis in die Jetztzeit nicht nur aufrecht erhalten, sondern sogar noch in den letzten Jahren gebietsmäßig erweitert, weil man noch keine sichere Antwort auf die Frage geben kann, ob der Käfer auch außerhalb des jetzigen Verbreitungsgebietes zu leben und zur Massenvermehrung zu schreiten vermag. Auch bei den vorliegenden Untersuchungen sind wir zu der Überzeugung gekommen, daß wir nicht mit Sicherheit behaupten können, daß der Schädling nicht in den mittleren und östlichen Staaten zu leben vermag. Ich neige sogar zu der Auffassung, daß man bei genauer Nachprüfung feststellen wird, daß der Käfer auch in diesen Staaten hier und dort schon vorhanden, bisher aber nur noch nicht bemerkt worden ist (siehe auch Newton [1926 b]). Da jedenfalls aber eine Massenvermehrung ganz offenbar noch nicht vorgelegen hat, sind entweder die Begrenzungsfaktoren so wirksam, daß der Bestand sehr klein gehalten wird, oder der Käfer hat noch nicht genügend Zeit gehabt, seinen Bestand in für ihn günstigen Gebieten anzureichern. Mit der Tatsache jedenfalls, daß der Schädling vielfach trotz aller Quarantänemaßnahmen in Staaten eingeschleppt worden ist, die heute noch nicht zu seinem Verbreitungsgebiet zählen, kann man mit Sicherheit rechnen. Das nehmen z. B. auch Reeves (1930) und Cook (1925) an, der, wie schon erwähnt, der Meinung ist, daß der Schädling östlich der Rocky Mountains nicht Fuß zu fassen vermag. In diesem Zusammenhange muß z. B. daran erinnert werden, daß nach Newton (1926 a + b) der Schädling bei seiner Ausbreitung in den ersten 13 Jahren keine plötzlichen Sprünge gemacht hat, daß dann aber neue und offenbar isolierte Herde in zunehmendem Maße aufgetreten sind. Mehrere große Sprünge in der

Ausbreitung, die offenbar auf Verschleppung und spätere Vermehrung an Ort und Stelle zurückzuführen sind, konnten dann noch im Jahre 1932 im Staate Oregon (Cole [1932]) und in Kalifornien festgestellt werden (Essig und Michelbacher [1933]). Eine ähnliche Überbrückung größerer Landstrecken in den letzten Jahren scheint allerdings nicht bekannt geworden zu sein.

Die aktive Ausbreitung des Käfers durch Kriechen und durch Flug vermag man naturgemäß durch die Quarantänemaßnahmen nicht zu hemmen. Auch die passive Ausbreitung durch die Flüsse nach Hochwasser mit schwimmendem Genist, die in Amerika offenbar eine nicht unbedeutende Rolle spielt, kann ebenfalls durch eine Quarantäne praktisch nicht eingeschränkt werden. Die Quarantänemaßnahmen, die im einzelnen nicht besprochen werden sollen, richten sich vor allem gegen eine Verschleppung der Käfer mit Luzerneheu, Grasheu und Stroh. Auch gemahlenes Luzerneheu und selbst die Luzernesaat werden von diesen Verordnungen erfaßt, desgleichen Personen und Transportmittel, besonders die Eisenbahngüterwagen, in denen verdächtige Waren befördert werden.

Die vielen Stimmen und Beobachtungen, die gegen die Wirksamkeit und infolgedessen auch gegen die Notwendigkeit der Quarantänemaßnahmen in bezug auf den Luzernekäfer sprechen, faßt Gates (1936) in einem Aufsatz zusammen und fordert eine gründliche Nachprüfung darüber, welche Verbreitung der Käfer zur Zeit besitzt, welches Risiko beim Transport der bisher von der Quarantäne erfaßten Materialien vorliegt, und ob die Notwendigkeit von Gesetzesmaßnahmen in dieser Richtung noch weiterhin besteht, um endlich in die sehr verworrene und kaum noch verstandene Lage eine einheitliche und klare Linie zu bringen. Diese Aufforderung zur zentralen Regelung wird an das „Bureau of Entomology and Plant Quarantine" gerichtet und sie erscheint verständlich, nachdem festgestellt worden ist, daß sich z. B. in Automobilen, Wohnautomobilen und in Pullmanwagen, die in kürzester Zeit weite Strecken durchfahren, oft zahlreiche, gelegentlich sogar hunderte lebende Käfer befanden, und daß die Quarantänemaßnahmen diesen Transport nicht verhindern konnten (Titus [1910a], Parks [1913], Schweis [1930], Wicks [1934]).

B. Kultur- und Pflegemaßnahmen

Die Wirkung der Kulturmaßnahmen, die hier besprochen werden sollen, kann zweierlei Art sein. Ihre Anwendung führt entweder zu einer wesentlichen Begünstigung der Luzerne mit dem Erfolg, daß der an sich vorhandene Blattverlust bis zur jeweiligen Ernte so weit durch neuen Zuwachs ausgeglichen ist, daß er praktisch keine Rolle spielt, oder die Maßnahmen verschlechtern die Lebensbedingungen des Schädlings und ähneln damit in der Art der Wirkung den direkten Bekämpfungsmaßnahmen. Manche verbinden sogar beides miteinander, indem die Luzerne gefördert, der Schädling aber gehemmt wird. Diese Gruppe verdient selbstverständlich unsere besondere Aufmerksamkeit.

Alle wichtigeren Kulturmaßnahmen beim Anbau der Luzerne, die auf den Schädling direkt oder indirekt einen Einfluß haben, sollen Erwähnung finden, auch wenn sie für deutsche Verhältnisse nicht oder nur unter bestimmten, selten gegebenen Voraussetzungen Anwendung finden können. Die ausländischen, besonders die amerikanischen Erfahrungen interessieren aber, weil sie uns die Lebensweise des Käfers noch näher bringen und uns mit den Kulturmaßnahmen gerade der Gebiete vertraut machen, in denen der Schädling bisher seine stärkste Verbreitung gefunden und den größten Schaden verursacht hat. Die

Kultur- und Anbaumethoden der Luzerne können im eigentlichen Verbreitungsgebiet des Luzerneblattnagers dessen Massenvermehrung in der Tat ganz einschneidend beeinflussen und damit auch zu einem wichtigen, dauernden oder vorübergehenden Begrenzungsfaktor werden. Da wir ihre Anwendung weitgehend in der Hand haben, bieten sich hier eine Reihe von Möglichkeiten, dem Schädling auch ohne direkte Bekämpfungsmaßnahmen wesentlichen Abbruch zu tun.

Das Alter der Luzerneschläge: Die bisherigen Beobachtungen und Untersuchungen haben ergeben, daß ein großer Teil der Käfer auf dem Luzernefeld zwischen den Stoppeln oder in der Bodenspreu überwintert. Die übrigen auf einem Schlag groß gewordenen Tiere überwintern in der Mehrzahl in verhältnismäßig geringer Entfernung von dem Luzerneschlag und kehren dorthin auch zahlreich zurück. Massenflüge über größere Strecken sind zwar in Amerika gelegentlich festgestellt worden, scheinen aber doch selten zu sein und nur unter Ausnahmebedingungen vorzukommen. Je länger ein Luzernefeld stehen bleibt, eine um so größere Zahl von Schädlingen wird sich deshalb mit den Jahren darauf einstellen, und um so günstiger werden auch die Bedingungen zur Überwinterung auf dem Schlage selber sein. Es kommt hinzu, daß die Regenerationskraft und damit die Wüchsigkeit der Pflanzen nachläßt, wenn sie ein bestimmtes Alter überschritten haben. Derartige überalterte Felder können einen Schadfraß der Larven naturgemäß schlechter überwinden als Schläge mit jungen Pflanzen. Die Folge ist, daß Lückigkeit entsteht, der Unkrautwuchs zunimmt, und die Erträge schließlich auch ohne namhaften Larvenbefall nur dürftig ausfallen. Bei der Überlegung, welche Gründe neben klimatischen Faktoren dafür verantwortlich zu machen sind, daß in bestimmten Gebieten der Vereinigten Staaten das Auftreten des Luzerneblattnagers so verheerende Ausmaße annehmen konnte, während man in anderen Landesteilen und vor allem in Europa einen derartigen Umfang der Schäden nie beobachtet hat, haben auch die Amerikaner die Bedeutung der Kulturmaßnahmen bald erkannt und wiederholt betont. Ihre Mahnung galt vor allem den Farmern, die ihre Luzernefelder länger als 10 Jahre, manchmal sogar 30 Jahre hindurch stehen ließen (Titus [1910a]). So wies schon Parks im Jahre 1913 darauf hin, daß alte Bestände immer am stärksten befallen sind und Snow (1925) erwähnt ausdrücklich, daß man bei häufigem Wechsel der Luzerneanbauflächen eine erhebliche Verminderung des Schädlingsbestandes erreichen kann. Hagan (1919) fordert in diesem Zusammenhange ein Alter der Luzerneschläge von 4—8, im Mittel 6 Jahren, während Harris und Butt (1921) eine Neuaussaat nach 7—8 Jahren für wünschenswert halten. Die Erfahrungen der Amerikaner decken sich in dieser Beziehung durchaus mit der in Deutschland üblichen Praxis. So rechnet Becker-Dillingen mit einem Alter der Schläge je nach Bodenart und Untergrund von 4—10 Jahren, hält einen Wechsel nach 4 Jahren aber für besonders wünschenswert, um die vorzügliche Vorfruchtwirkung der

Luzerne auszunutzen, und zwar selbst dann, „wenn die 4jährigen Schläge noch in bestem Wachstum stehen".

Die Anfälligkeit verschiedener Herkünfte: Nach Lehmann (1933) und Klinkowski und Lehmann (1937) sollen unter deutschen Verhältnissen vom Luzerneblattnager die weicheren Blätter der Provencer und ungarischen Luzerne den härteren der an ein rauheres Klima gewöhnten Thüringischen Luzerne (und wahrscheinlich auch der Fränkischen Luzerne) vorgezogen werden. Bei einem Anbau aller 4 Herkünfte nebeneinander im Jahre 1938 konnte ich merkbare Unterschiede in Schleswig-Holstein allerdings nicht feststellen.

Zeitpunkt und Anzahl der Schnitte: Bei Besprechung des Massenwechsels der Larven (S. 354) wurde schon darauf hingewiesen, daß der Zeitpunkt besonders des ersten Luzerneschnittes für den Lebensablauf des Schädlings von sehr weittragender Bedeutung sein kann. Jede Behandlung der Luzerne, insbesondere jeder Schnitt, der in die Entwicklungszeit des Schädlings fällt, wird sich als Begrenzungsfaktor auswirken. Die Intensität der Einwirkung auf den Schädling hängt aber weitgehend davon ab, bis zu welchem Stadium dessen Entwicklung vorgeschritten ist. Im günstigsten Fall wird die Luzerne selbst bei stärkerem Befall vor einer ernsten Beschädigung durch die Larven bewahrt und ein sehr hoher Prozentsatz der Eier und Junglarven des Luzerneblattnagers vernichtet. Auch in dieser Beziehung haben die amerikanischen Farmer im alten Befallsgebiet zunächst recht bittere Erfahrungen gemacht, weil sie ohne genügende Kenntnis der Zusammenhänge den günstigsten Zeitpunkt für den ersten Schnitt versäumten. Inzwischen ist man durch Schaden klug geworden, und nicht zuletzt durch die richtige Wahl des Zeitpunktes der ersten Ernte hat heute der Käfer selbst in den ehemals stärksten Schadgebieten ganz wesentlich an Bedeutung verloren. Hagan berichtet aus dem Staate Utah schon 1918, daß viele Farmer in den verseuchten Gebieten jetzt mehr Heu ernten als vor dem Auftreten der Seuche, und zwar nur infolge der Anwendung besserer Kulturmethoden. Wicks (1934) stellt zunächst fest, daß spätes Schneiden und Wachsenlassen der Luzerne zur Saatgewinnung den Schaden vergrößert, daß man die Schnittdaten vorverlegt hat und jetzt im Staate Utah dadurch 4 gute Luzerneheuernten bekommt, während man früher nur 3 schlechte hatte. Abschließend äußert er die Meinung, daß das Auftreten des Käfers mehr Nutzen als Schaden hervorgerufen hat in den Gebieten, wo die Luzerneanbauer sich den neuen Methoden angepaßt haben. Auch Gates (1936) meint, daß das zeitige Schneiden der Luzerne eine noch wirksamere Bekämpfungsmethode darstellt als das Spritzen oder Stäuben mit Arsen. Nach Snow (1925) ist es möglich, mit dem ersten Schnitt, wenn der Termin nur zeitgerecht gewählt ist, die Mehrzahl der Eier und Junglarven abzutöten. Wo das nicht möglich erscheint, rät er dazu, lieber viermal zu schneiden, das erste Mal, wenn die Luzerne etwa 15—18 Zoll lang ist und das zweitemal 14 Tage später. Auch Michelbacher und Essig (1934 a u. b, 1935) glauben, daß in Mittelkalifornien die Wuchsfreudigkeit der Luzerne und das häufige Schneiden ganz wesent-

lich dazu beitragen, daß der Schädling in diesem Staate bisher keine große Rolle gespielt hat. Reeves und Hamlin (1931a) fordern sogar ausdrücklich, daß nicht nur dann, wenn der Schaden ernst zu werden droht, die Luzerne zeitig zu schneiden ist, sondern regelmäßig, weil auf diese Weise eine Vermehrung des Schädlings gar nicht erst aufkommen kann, und man gewissermaßen schon für das nächste Jahr vorsorgt. Bei erheblichem Befall stellten sie fest, daß der Larvenbesatz 8 Tage nach dem zeitig vorgenommenen ersten Schnitt um 96,6 % zurückgegangen war, und zwar 94,2 % durch Hitze und Hunger, der Rest durch Verpuppung.

Wakeland (1924) gibt zwar auch zu, daß ein vorzeitiger 1. Schnitt einen Schadfraß unterbinden kann. Er warnt aber davor, diese Maßnahme zur Regel zu machen und auch dann anzuwenden, wenn gar kein Befall droht, da die Luzerne nach seiner Auffassung durch regelmäßig wiederholtes zu frühes Schneiden leidet und im Ertrage zurückgeht. Auch die Erwartung, daß die Larven nach dem ersten Schnitt durch Hitze und Trockenheit zugrunde gehen, soll sich nicht immer erfüllen, und er rät deshalb, zu einem frühen Schnitt nur dann zu schreiten, wenn es wirklich notwendig ist und dann den Termin sehr sorgfältig zu wählen. Im Südwesten des Staates Idaho sollen sich viele Farmer durch unsachgemäße Anwendung dieser Maßnahmen ihre Luzerneschläge verdorben haben.

Dieser Hinweis von Wakeland verdient meines Erachtens gerade für deutsche Verhältnisse besondere Beachtung, da wir in vielen Gebieten Anfang Juni und noch weniger in der zweiten Maihälfte mit einer Witterung rechnen können, die so warm und trocken ist, daß nach dem Schnitt die vorhandenen Larven durch die Sonnenwirkung zugrunde gehen. Wir werden in Deutschland deshalb darauf bedacht sein müssen, den ersten Schnitt zu führen, solange sich die Mehrzahl der Nachkommenschaft noch im Ei- und Junglarvenstadium befindet und mit dem Heu aufgereutert wird. Man wird dabei auch beachten müssen, daß der Schwad nicht zu lange liegt, damit die jungen Larven das abwelkende Kraut nicht vorher verlassen. Wo es irgend möglich ist, sollte man sogar die aufgereuterte Luzerne nicht auf dem Luzernefeld stehen lassen.

Wenn man die eben genannten Punkte beachtet, wird sich die Vorverlegung des ersten Schnittes bei stärkerem Befall, je nach den Verhältnissen um 8 bis 14 Tage, als ein ganz wesentlicher Begrenzungsfaktor für die Vermehrung des Luzerneblattkäfers erweisen. Es scheint aber nicht ratsam, der in manchen Gebieten der Vereinigten Staaten geübten Praxis zu folgen und den vorverlegten ersten Schnitt zur Regel zu machen und dementsprechend auch die folgenden Schnitte vor der eigentlichen Schnittreife zu nehmen. Für deutsche Verhältnisse, die in vieler Beziehung von den amerikanischen abweichen, gilt als Regel, daß die Luzerne einmal im Jahre zur Blüte kommen soll, und daß sie im

übrigen bei Beginn der Blüte geschnitten wird (Becker-Dillingen [1929]). Andernfalls gehen die Erträge bald zurück.

Beweiden: Auch das Beweiden der Luzerneschläge im Frühjahr besonders durch Schafe wird zur Niederhaltung des Luzerneblattnagers von einer Reihe amerikanischer Autoren empfohlen. Mit den Trieben sollen die Tiere gleichzeitig die Eier und jungen Larven vernichten. Es wird aber empfohlen, abschnittsweise weiden zu lassen, damit nicht zu viel Kraut unter den Füßen zertreten wird. Eine zu lange Beweidung ist der Luzerne schädlich (Hagan [1919], Newton [1933]) und auch mit einer Gefahr für die Tiere verbunden (Reeves, Miles u. a. [1916]). Für deutsche Verhältnisse dürfte diese Maßnahme nur geringe Bedeutung haben, da in der Regel die Luzerne zu Heu gemacht oder abschnittsweise grün verfüttert wird.

Pflegemaßnahmen: Die regelmäßigen und für ein gutes Gedeihen der Luzerne unbedingt notwendigen Pflegemaßnahmen, insbesondere das Hacken und Eggen tragen nur unwesentlich zur Beunruhigung und Verminderung der Luzernekäfer und ihrer Brut bei. Indirekt sind diese Maßnahmen aber von großer Bedeutung, da sie den Boden auflockern und durchlüften, zur Erhaltung der Feuchtigkeit beitragen, den schädlichen Unkrautwuchs unterbinden und schließlich die Wüchsigkeit der Luzerne selbst ungemein fördern. Eine sorgfältige Pflege verdient deshalb auch mit Rücksicht auf den Luzernekäfer die allergrößte Beachtung und wird auch von den amerikanischen Autoren mit besonderem Nachdruck gefordert (Titus 1909a], Parks [1913], Reeves, Miles u. a. [1916], Harris und Butt [1921], Wakeland [1924] und Snow [1925]). Parks [1913] rät, auch im Sommer nach dem 1. Schnitt noch zu eggen, wenn der Schädling noch in größeren Mengen vorhanden ist.

Schleppen mit Reisigegge: Das Abschleppen der Luzerneschläge mit einer beschwerten Reisigegge nach dem ersten und unter Umständen auch nach dem zweiten Schnitt wurde schon frühzeitig im amerikanischen Befallsgebiet empfohlen. Es sollte einmal das Wachstum der Luzerne anregen, dann aber direkt den Schädling vernichten oder ihn der schädlichen Staub- und Sonnenwirkung aussetzen. Das Verfahren ist nach Wakeland (1924) langsam, kostspielig, nur beschränkt wirksam und auch nur bei trockenen Bodenverhältnissen anwendbar. Da es überdies in eine ohnehin sehr arbeitsreiche Zeit fällt, ist es offenbar nur wenig zur praktischen Anwendung gekommen.

Bewässerung: Die Bewässerung der Luzerne wird in ihrer Wirksamkeit von Hagan (1918) dem Eggen und Hacken gleichgestellt. Sie schädigt ebenfalls den Käfer und seine Entwicklungsstadien nur wenig (Wakeland [1924]), regt aber die Pflanzen zu raschem und üppigem Wachstum an, so daß der Schaden unterdrückt wird (Cartwright, Blanchard und Wilson [1933]). Sie wird sich in Deutschland nur in seltenen Fällen durchführen lassen.

Noch mehr gilt dies für die Empfehlung von Webster (1912) und Reeves, Miles u. a. (1916), das bewässerte Luzernefeld abzuschleppen, um in dem entstehenden Schlamm die Schädlinge durch Ersticken zu töten. Hagan (1919) weist schon mit Recht darauf hin, daß es eine sehr zweifelhafte Maßnahme ist, weil die physikalische Beschaffenheit des Bodens dadurch ungünstig beeinflußt werden muß.

C. Direkte Bekämpfung

Schon bald nachdem im Staate Utah der Luzerneblattnager die großen Verluste hervorrief, wurde nicht nur die Lebensgeschichte dieses Schädlings erforscht, sondern auch die Wirkung der Kulturmaßnahmen und direkten Bekämpfungsmaßnahmen geprüft. Mit den Jahren hat man dann dort und auch in den späterhin befallenen Staaten gelernt, den Käfer durch richtige und zeitgerechte Anwendung bestimmter Kulturmaßnahmen niederzuhalten. In bestimmten Gebieten oder Jahren, die der Vermehrung des Schädlings besonders günstig sind, reichen aber offenbar die Kulturmaßnahmen allein nicht aus. In diesen Fällen ist dann die letzte Rettung die direkte Vernichtung der Tiere durch besondere Mittel und Verfahren. Auch diese Methoden, soweit sie einige Bedeutung haben, oder doch gehabt haben, sollen hier Erwähnung finden, wenn manche von ihnen auch für den deutschen Bauern ganz ohne praktischen Wert sind.

Kehrmaschine: Von Webster (1912) wurde in Utah eine von Pferden gezogene Straßenkehrmaschine nach dem Abernten des ersten Schnittes zur Bekämpfung benutzt. Das Verfahren erwies sich als nur beschränkt brauchbar und hat vor allem auch aus pekuniären Gründen keinen Eingang in die Praxis gefunden.

Abbrennen: Das Abbrennen der Luzerne mit einem Flammenwerfer nach dem Schnitt, das ebenfalls von Webster (1912) ausprobiert wurde, hat keine ausreichende Wirkung ergeben und erwies sich in der Anwendung überdies zu teuer. Auch die Behandlung mit heißem Dampf war unzureichend.

Fangmaschine: Von den Farmern im Staate Utah wurde im ersten Jahrzehnt der zunehmenden Schäden durch *Ph. variabilis* eine von Titus (1910 a) näher beschriebene Fangmaschine mit einigem Erfolg angewandt. Eine mit einer Mähmaschine verbundene Haspel schleudert bei dieser Vorrichtung die Larven in Fangtücher, während die Luzerne gleich darauf von 2 Walzen zerquetscht wird, um sie schneller trocknen zu können. Obgleich in kontrollierten Einzelfällen bis 145 Millionen Larven und Käfer je Acre (etwa 40 Ar) gefangen wurden, erwies sich dies Ergebnis noch nicht als ausreichend, so daß auch dieses Verfahren durch bessere Methoden verdrängt wurde.

Spritzen mit Gift: Da man nach der Behandlung der Luzerne mit flüssigen oder staubförmigen Giften Gefahren für das Vieh fürchtete, ist man in dieser Beziehung zunächst sehr zurückhaltend gewesen. Durch eingehende Versuche mit richtiger Dosierung der verschiedenen Gifte wurde dann aber nachgewiesen, daß eine Gefahr bei sachgemäßer Handhabung nicht besteht (Howard [1925], Snow [1925], Frederick [1930]). Die Bedenken wurden dadurch überwunden, und da sich alle übrigen Verfahren bei wirklich schwerem Befall als nicht genügend wirksam oder schlagkräftig erwiesen, wurde das Spritzen und später das Stäuben mit Gift gegen den Luzerneblattnager bald allgemein. Die ersten Rezepte wurden von Reeves und seinen Mitarbeitern (1916) herausgegeben. Sie empfahlen eine Behandlung im Frühjahr (4 engl. Pfund = 4 × 453,6 g Zinkarsenit auf 454 l Wasser. 225—454 l je 40 Ar). Wo nötig, sollte noch eine anders zusammengesetzte Lösung von Pariser Grün oder Bleiarsenatpaste im Sommer Verwendung finden. Bleiarsenat wurde auch von Hagan (1918, 1919) empfohlen.

1920 gaben Reeves und seine Mitarbeiter (1920) genaue Anweisungen heraus, die sich auf siebenjährige Erfahrungen stützten. 2 engl. Pfund Bleiarsenat oder 4 engl. Pfund Zinkarsenit in Pulver- oder Pastenform sind danach mit 454 l Wasser zu mischen und der Lösung 2 engl. Pfund grüne Seife zuzusetzen. Diese Menge reicht für 40 Ar. Die Wirkung der Behandlung zeigt sich 3 –5 Tage nach der Ausführung. Von Snow (1925), Newton (1933) und anderen wird auch Kalziumarsenat empfohlen.

Die Behandlung braucht im allgemeinen nur einmal im Frühjahr durchgeführt werden, wenn die Larvenzahl am ersten Schnitt überhand nimmt. Nur in Ausnahmefällen, wenn die Fraßperiode bei bestimmter Witterung sich sehr in die Länge zieht, kann eine Wiederholung notwendig werden (Wakeland [1924]).

Stäuben mit Gift. Das Stäuben mit Arsengiften zur Vernichtung des Luzerneblattnagers hat in den letzten Jahren die umständliche und daher auch teure Methode des Spritzens mehr und mehr verdrängt (Schweis [1930], Essig und Michelbacher [1933]). Entweder wird Kalziumarsenat verwandt (Reeves [1927 b], Doten [1928]) oder eine Mischung von Schwefel und Kalziumarsenat zu gleichen Teilen (Newton [1922]). Die Verteilung geschieht entweder mit Handverstäubern, mit von Pferden gezogenen Maschinen oder durch Flugzeuge (Howard [1926], Doten [1928], Reeves [1927 b]). Nach Sorenson (1932) wurden 5 englische Pfund der Mischung, das ist $2^1/_2$ englische Pfund Kalziumarsenat je acre benötigt. (Das sind 2,83 kg Kalziumarsenat im Gemisch mit der gleichen Menge Schwefelpulver je Hektar). Die Kosten waren geringer als beim Spritzen und am 2. Tage nach der Behandlung sollen 50 % und innerhalb einer Woche 90 % der vorhandenen Schädlinge abgetötet sein.

Die Frage der Gefährlichkeit der Behandlung der Luzerne mit Arsengiften hat natürlicherweise auch in USA. eine große Rolle gespielt, und sorgfältige Untersuchungen sind in dieser Richtung angestellt worden. Bei richtiger Anwendung und Dosierung soll jedoch keine Gefahr vorhanden sein (Wakeland [1920], Reeves, Chamberlin und Mitarbeiter [1920]) betonen nach Analysen und Fütterungsversuchen ausdrücklich, daß die Haustiere mit gewöhnlichem Wasser wahrscheinlich mehr Arsen zu sich nehmen als mit dem behandelten Heu, und daß nur wenig Tiere lange genug leben, um überhaupt irgendeine Reaktion auf den geringen Bleigenuß zu zeigen. In dieser oder ähnlicher Weise wird auch von vielen anderen Autoren betont, daß zur Zeit der Schnittreife die behandelte Luzerne keinerlei Gefahr bedeutet (Snow [1925], Wakeland [1925], Reeves [1927 b], Frederick [1930], Newton [1933]). Reeves stellt z. B. ausdrücklich fest, daß der Gehalt an weißem Arsenik im Heu behandelter Luzerne zwischen weniger als 1 grain (= 59,0615433 mg) bis nahezu 29 grains für 13,609 kg Heu liegt, gewöhnlich jedoch nur 5—10 grains beträgt.

Aber selbst die außerordentlich hohe Menge von 29 grains in einer Tagesration liegt noch innerhalb der für Pferde und Rindvieh verträglichen Menge (die tödliche Dosis beträgt nach Reeves (1925) 300 grains für ein Tier von der Größe einer Kuh). Nach Reeves ist es deshalb vollkommen ungefährlich, die behandelte Luzerne als Heu zu verfüttern, wenn man nicht aus Unachtsamkeit anstatt des Kalziumarsenats hochwirksame Gifte wie Arsenik oder Natriumarsenit (sodium arsenite) verwendet.

Den einzigen Fall, den Essig und Michelbacher (1933) bei ihrer ausführlichen Besprechung der Gefährlichkeit der Verwendung von Arsengiften zur Bekämpfung von *Ph. variabilis* zitieren, ist der von Krüger (1933) aus Deutschland berichtete. Hier hatte ein Landwirt einen 32 Morgen großen Schlag Hornschotenklee, der zur Samengewinnung dienen sollte, am 18. Juni mit 50 kg Kalziumarsenat behandelt. Die Ernte fand am 15. August statt und am 10. September wurde eine Rinderherde aufgetrieben. Trotzdem in der Zeit zwischen der Behandlung und der Beweidung 158 mm Regen fielen, und ein Schnitt zur Samengewinnung gewonnen war, erkrankten nach eintägigem Weidegang 4 Kühe, von denen 3 starben. Die Todesursache wurde mit hoher Wahrscheinlichkeit auf Grund der Untersuchung der Kadaver durch das Preußische Hygienische Institut in Landsberg als Arsenvergiftung bestimmt. Krüger erklärt sich die Vergiftung dadurch, daß das Arsenmittel sich wahrscheinlich in den reichlich vorhandenen Blattwinkeln angesammelt hat und sich hier unter dem Schutz der frisch gewachsenen Krautdecke trotz des starken Regenfalls in der Zwischenzeit erhalten hat. Diese Erklärung dürfte viel Wahrscheinlichkeit für sich haben, jedoch ist zu beachten, daß die verwendete Arsenmenge weit höher ist, als sie in den Vereinigten Staaten empfohlen wird. Die übliche Menge ist dort 2,8 kg/ha (Sorenson [1932]), während in dem von Krüger erwähnten Falle 6,25 kg/ha, also mehr als die doppelte Menge gefallen ist. Daß hierdurch die Gefahr von Viehvergiftungen außerordentlich erhöht ist, unterliegt keinem Zweifel. Auf Grund dieser Erfahrungen mußte denn auch Krüger (1934) zu seiner warnenden Erwiderung gegen Lehmann (1933) kommen, der auf den langjährigen und guten Ergebnissen der Amerikaner fußend die Behandlung mit Arsen auch für Deutschland bedingt empfohlen hatte.

D. Bekämpfung unter deutschen Verhältnissen

Zunächst wird es erforderlich sein, sich auch in Deutschland über das Massenauftreten und den Schaden des Luzerneblattnagers mehr als bisher Klarheit zu verschaffen. Zeitpunkt, Ausmaß und Häufigkeit der Schäden werden dann vermutlich auch die Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßnahmen beeinflussen. Bei einiger Aufmerksamkeit und richtiger Anwendung der anerkannten und bewährten Anbau- und Pflegemaßnahmen wird dann wahrscheinlich selbst bei vermehrtem Luzerneanbau eine zusätzliche Maßnahme oder eine wesentliche Ände-

rung der Kulturmaßnahmen nicht nötig sein. Das entscheidende Gewicht ist darauf zu legen, die Felder nicht länger als 4—6 Jahre stehen zu lassen. In jedem Jahre muß überdies kräftig geeggt und gehackt werden, damit der Boden gelockert und durchlüftet, die Pflanzen zu freudigem Wachstum angeregt und der verderbliche Unkrautwuchs niedergehalten wird. Einmal im Jahre soll die Luzerne in Blüte kommen, damit die Erträge nicht zurückgehen. Ob man besser den ersten oder den zweiten Schnitt bis zur Blüte kommen läßt, muß für jede Landschaft und vielleicht auch von Fall zu Fall entschieden werden. In Gebieten oder Jahren, in denen das Frühjahr spät oder langsam kommt, wird sich der Larvenfraß häufig erst auf den zweiten Schnitt auswirken. Hier empfiehlt sich dann, diesen zweiten Schnitt verfrüht zu nehmen, damit der Schaden sofort gestoppt und durch die Ernte ein hoher Prozentsatz der Schädlinge vernichtet wird. In Gebieten jedoch, in denen erfahrungsgemäß in der Hauptsache der erste Schnitt leidet, da sollte man 8—14 Tage vor dem üblichen Erntetermin die Luzerne aufmerksam beobachten und nicht zögern, diesen ersten Schnitt sofort, d. h. also 1—2 Wochen früher als sonst üblich zu nehmen, wenn sich ergibt, daß man die grünen Larven in größerer Zahl aus den Triebspitzen herausklopfen kann.

Soweit sich bisher überblicken läßt, wird man im allgemeinen mit diesen Maßnahmen auskommen. Aus Deutschland ist mir jedenfalls noch kein Fall bekannt geworden, wo sowohl der erste als auch der zweite Schnitt stark unter Larvenfraß gelitten hätte. Eine Sonderstellung nehmen allerdings die Schläge ein, die zur Samengewinnung dienen sollen und die man nicht nach Bedarf schneiden kann. Hier wird sich unter Umständen doch einmal eine Behandlung mit Kalziumarsenat unter Beachtung aller Vorsichtsmaßnahmen nicht vermeiden lassen, solange wir nicht über weniger gefährliche aber gleich wirksame Mittel verfügen. Ein Beweiden derart behandelter Schläge nach der Samenernte ist zu unterlassen und eine Verfütterung des behandelten Luzerneheus nur vorzunehmen, wenn eine amtliche Untersuchung durch Analyse ergeben hat, daß der Arsengehalt ungefährlich ist.

In manchen Gebieten, wie z. B. in Ostpreußen, ist vor allem die Wicke durch den Luzerneblattnager gefährdet (siehe S. 391). Hier fehlt über die besten Methoden zur Vermeidung der Schäden noch jegliche Erfahrung.

VIII. Zusammenfassung und Ergebnisse

Der Luzerneblattnager gehört zu den Großschädlingen der Luzerne, besonders in den Vereinigten Staaten. Er hat in Deutschland noch nicht die Beachtung gefunden, die er gerade in der Gegenwart wegen des ständig zunehmenden Luzerneanbaues verdient. Ein Massenauftreten des Schädlings war der besondere Anlaß zur Durchführung der vorliegenden Arbeit.

Die Systematik des Käfers und die Morphologie aller Entwicklungsstadien wird besprochen.

Die Dauer der Embryonalentwicklung sowie die Sterblichkeit in Abhängigkeit von Temperatur und Feuchtigkeit ist als Ergebnis umfangreicher Versuche durch Kurven und ein Mortalitätsdiagramm dargestellt. *Phytonomus variabilis* besitzt 4 Larvenstadien. Junglarve und Stadium II leben sehr verborgen in den Triebspitzen und Blattachseln. Die Larven III und IV fressen frei an den Blättern. Die Lebensgewohnheiten und Fraßbilder werden beschrieben.

Die Entwicklungsdauer der Larven und deren Abhängigkeit von Temperatur und Feuchtigkeit wurde durch Versuche festgestellt und ist für jedes einzelne Stadium durch Kurven (Kettenlinien) dargestellt.

Die erwachsene Larve spinnt sich dicht über der Oberfläche ein lockeres Gespinst, in dem sie das Vorpuppen- und Puppenstadium durchläuft. Auch für diese Stadien ist die Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von Temperatur und Feuchtigkeit festgestellt und in Kurven wiedergegeben.

Der Jungkäfer verweilt noch kurze Zeit im Gespinst, während die Ausfärbung und Erhärtung weitgehend fortschreitet.

Die Ernährung und das Fraßbild des Käfers werden beschrieben und die Bedeutung der verschiedenen Wirts- und Brutpflanzen geschildert. Die Luzerne und die Saatwicke sind die wichtigsten unter ihnen. Zahlreiche neue Wirtspflanzen konnten in mehrjährigen Feldversuchen festgestellt werden.

Die Abwanderung der Käfer, soweit sie nicht auf dem Luzernefeld überwintern, beginnt im Sommer und ist zeitlich nicht festgelegt.

Die Rückwanderung oder das Erwachen der Käfer auf dem Luzernefeld beginnt bei Temperaturen von etwa 8—10 ° C, und die ersten Tiere beginnen schon bald mit der Eiablage. Das Geschlechterverhältnis ist 1 : 1, und die Kopulation wird häufig wiederholt. Rhythmus und Dauer der Eiablage sind stark von der Temperatur abhängig.

Die Eier werden in die oberen Stengelteile in kleine, vom Käfer hergestellte Höhlungen oder in die Stengelhohlräume in Häufchen abgelegt, und der Zugang wird durch einen Kotpfropf verschlossen. Ein Weibchen legt im Mittel 6—700 Eier ab, im Höchstfalle wurden 1525 erzielt.

Die verstärkte Eiablage richtet sich weitgehend nach der Witterung, ihr Höhepunkt fällt in Deutschland in den Mai.

Die Dauer der Gesamtentwicklung und ihre zeitliche Zuordnung zur Wirtspflanze wird dargestellt und eingehend besprochen, da der Zeitpunkt und die Dauer der Eiablage, sowie der Beginn und der Höhepunkt der Fraßzeit, besonders der älteren Larven, weitgehend im Zusammenhang mit dem Schnitt der Luzerne über die Höhe des Schadens entscheidet.

In Deutschland kommt nur eine Generation im Jahre vor. Im Laboratorium können dagegen mehrere hintereinander gezogen werden,

und in klimatisch sehr günstigen Gebieten kommen auch im Freilande Jungkäfer noch vor Winter zur Eiablage.

Nach einer allgemeinen Besprechung des Schadbildes und der Schadwirkung des Käfers in den einzelnen Ländern werden diese Verhältnisse besonders für Deutschland behandelt. Nach der Literatur ist im Reich erstmalig im Jahre 1922 ein örtliches Massenauftreten vorgekommen. Etwa vom Jahre 1928 an häufen sich dann schwerere Schäden auch in größeren Gebieten, hauptsächlich in den östlichen und mittleren Teilen des Reiches. Die Untersuchungen in Schleswig-Holstein ergaben, daß keiner der in den Jahren 1937 und 1938 befangenen Luzerneschläge frei vom Schädling war, und daß in einzelnen Fällen 500 und mehr Larven III und IV mit 50 Netzschlägen erbeutet wurden.

Der Massenwechsel der einzelnen Entwicklungsstadien des Käfers folgt, einer einzigen Generation im Jahre entsprechend, im Prinzip einer eingipfeligen Kurve. Nur durch den Schnitt der ersten, bisweilen auch der zweiten Luzerne oder durch längeren Einbruch kühlerer Temperaturen kommt ein mehrgipfeliger Kurvenverlauf zustande.

Bei sehr günstiger Witterung beginnt in Deutschland stärkere Eiablage schon Ende April, in der Regel aber erst im Mai. Der Höhepunkt der Larvenfraßzeit fällt in den Juni, vor oder nach dem ersten Schnitt. Der Schadfraß zieht sich in unseren Breiten aber nicht selten weit in den Juli hinein. Die Jungkäfer erscheinen bei uns im Juli und August.

Der Vernichtungsquotient von *Phyt. variabilis* wird auf 99,6 % berechnet. Der Mensch spielt unter den ökologischen Begrenzungsfaktoren aus der belebten Umwelt des Schädlings durch seine Kultur- und Pflegemaßnahmen die wichtigste Rolle. An zweiter Stelle stehen in dieser Gruppe die tierischen und pilzlichen Parasiten und räuberischen Feinde, während der Verbreitung der Brut- und Nährpflanzen praktisch eine untergeordnete Bedeutung zukommt. Das Anbaugebiet der Luzerne z. B. ist wesentlich größer als das Verbreitungsgebiet des Schädlings. Unter den ökologischen Begrenzungsfaktoren aus der unbelebten Umwelt spielt der Boden nur eine geringe Rolle, eine entscheidende dagegen das Klima und die jeweilige Witterung.

Die direkte und indirekte Begrenzungswirkung der Feuchtigkeit (durch Förderung der Verpilzung) wird entgegen der Meinung von Cook als nicht so überragend angesehen. Für die meisten Stadien, besonders aber für die Eier, liegt die optimale relative Luftfeuchtigkeit hoch. Auch die Annahme, daß der Luzerneblattnager in den Vereinigten Staaten östlich der Rocky Mountains wegen der hohen sommerlichen Niederschläge nicht Fuß fassen kann (Cook), scheint nicht ausreichend begründet zu sein.

Der Temperatur, zum Teil in Verbindung mit der Feuchtigkeit, wird vom Verfasser der größte Einfluß als Begrenzungsfaktor zugeschrieben. Sie entscheidet darüber, ob die Eiablage und Fraßzeit schnell und damit unter günstigen Verhältnissen abläuft, oder ob sie sich ver-

zettelt. Indirekt hat sie großen Einfluß darauf, ob die Kulturmaßnahmen, insbesondere das Schneiden und Ernten der Luzerne, dem Schädling wesentlichen Abbruch tun oder nicht. Die Temperatur begrenzt auch die Aktivität und Fortpflanzung relativ eng und scharf zwischen etwa 10 und 25 ° C; sie kann die Käfer zur Kälte- und Wärmestarre zwingen und eine fakultative 2. Generation im Jahre beginnen lassen, die einer Dezimierung des Schädlings gleichkommt. Die Temperatur engt offenbar auch weit mehr als die Feuchtigkeit die Verbreitung des Schädlings ein, da der Käfer und seine Larven leicht hohen Sommertemperaturen erliegen, und die Volltiere bei strengen Kahlfrösten zugrunde gehen.

Die geographische Verbreitung des Luzerneblattnagers wird auf einer Karte dargestellt. Sie liegt, abgesehen von einigen Küstenstreifen, im wesentlichen innerhalb der Jahres-Isothermen von 5 und 20 ° C. Eine entsprechende Begrenzung durch die Niederschlagsverteilung ließ sich nicht ermitteln.

In der vorliegenden Arbeit ist versucht worden, zunächst allgemeine Grundlagen für eine Prognose des Massenauftretens von *Phyt. variabilis* zu geben. Entscheidend ist der Ausgangsbestand und der Witterungsverlauf im Frühjahr (April bis Juni).

Die bisher bekannten Parasiten und räuberischen Feinde werden aufgeführt und ihr Wert als Begrenzungsfaktor gewürdigt. Mehrere für *Ph. variabilis* neue Parasiten bzw. Hyperparasitenarten konnten gezogen und zum Teil für verschiedene Gebiete des Reiches nachgewiesen werden, desgleichen ein Nematode und der Pilz *Botrytis bassiana*.

Alle wichtigen im Schrifttum erwähnten Bekämpfungsmaßnahmen werden angeführt und bewertet. Die in den Vereinigten Staaten von Amerika bestehenden Quarantänegesetze zur Verhinderung der Ausbreitung des Schädlings haben nach Ansicht des Verfassers nur einen geringen und sehr bedingten Einfluß auf die weitere Ausbreitung des Luzerneblattnagers.

Im Reich wird man im allgemeinen auch bei vermehrtem Luzerneanbau unter Beachtung der bewährten Kultur- und Pflegemaßnahmen ohne eine zusätzliche direkte Bekämpfung des Schädlings auskommen, da diese Maßnahmen dem Luzerneblattnager starken Abbruch tun. Die Luzerne darf nicht länger als 4—6 Jahre stehen und durch kräftiges Eggen und Hacken muß der Boden durchlüftet und der schädliche Unkrautwuchs niedergehalten werden. Einmal im Jahre soll sie zur Blüte kommen, damit die Erträge nicht zurückgehen. Ein bis zwei Wochen vor dem Schnitt muß der Bestand aufmerksam beobachtet werden. Zeigt sich Lochfraß in den jüngeren Blättern und fallen beim Ausklopfen der Triebspitzen häufig die jungen fußlosen Larven des Schädlings heraus, so darf man nicht zögern, den Schnitt sofort und unter Umständen auch 8—10 Tage vor der Zeit zu nehmen. Das Heu sollte in einem solchen Falle, wenn irgend möglich, nicht auf dem Schlage

selbst liegen bleiben und getrocknet werden. In der Regel wird in Deutschland der erste Schnitt am meisten gefährdet sein. In manchen Gegenden und Jahren kann sich die Eiablage und Hauptlarvenfraßzeit aber so sehr verzögern, daß der zweite Schnitt am meisten bedroht ist. Deshalb kann auch nur nach eingehender Musterung darüber entschieden werden, ob besser der erste oder zweite Schnitt für eine beabsichtigte Samengewinnung stehen bleibt.

Nur in seltenen Fällen wird man über die angegebenen Maßnahmen hinaus noch zur schärfsten Waffe, der Behandlung mit Arsengift, schreiten müssen. Dies Verfahren hat sich in den Vereinigten Staaten ohne Gefährdung von Mensch und Vieh tausendfach bewährt, erfordert aber die strenge Beachtung der im Text angegebenen Vorschriften.

IX. Schrifttum

Beal, F. E. L., Our meadow larks in relation to agriculture. U. S. Dept. Agric. Yearbook 1912; 1913. 279–284.

— — The Amerikan thrushes valuable bird neighbours. U. S. Dept. Agric. Yearbook 1913; 1914. 135–142.

Becker-Dillingen, J., Handbuch des Hülsenfruchterbaues und des Futterbaues. 670 S. Berlin, Paul Parey. 1929.

Bremer, H., Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. Z. angew. Entomol. 1923. S. 224—272.

— — u. Kaufmann, O., Die Rübenfliege *Pegomyia hyoscyami* Pz. Monograph. z. Pflanzenschutz **7**. 1931. 110 S., 32 Abb.

Brischke, C. G. A., Die Ichneumoniden der Provinzen West- und Ostpreußen. Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F. **4**, 1880, 175 S.

Cartwright, W. B., Blanchard, R. A., und Wilson, C. C., Notes for 1932 on cereal and forage insects in California. Mo. Bull. Dept. Agric. State California. **22**. Sacramento. 156—160. California, 1933.

Chamberlin, T. R., Introduction of parasites of the alfalfa weevil into the United States. U. S. Dept. Agric. Circ. **301**, 1924a, 1—9, 5 Fig.

— — Studies of the parasites of the alfalfa weevil in Europe. Journ. Econ. Ent. **17**. 1924b. 623—632.

— — A new parasite of the alfalfa weevil in Europe. Journ. Econ. Ent. **18**, 1925a. 597—602.

— — Some observations upon *Necremnus leucarthros* (Nees). Ent. Soc. Wash. Proc. **27**. 1925b. 142—144.

— — The introduction and establishment of the alfalfa weevil parasite, *Bathyplectes curculionis* (Thoms.) in the United States. Journ. Econ. Ent. **19**, 1926, 302–310.

— — Some observations on the life history and parasites of *Hypera runicis* (L.) (Coleoptera: curculionidae). Proc. Ent. Soc. Wash. **35** (No. 6), 1933, 101—109.

Chorbadzhiev, P., Notizen über die schädlichen Insekten in Bulgarien während des Jahres 1930 (bulgarisch). Mitt. Bulg. Ent. Ges. **6**, 1931, 179—188.

Cole, C. C., Tenth annual conference western plant quarantine board. California State Dept. Agric. Spec. Publ. **115**, 1932, 17—19.

Cook, W. C., The distribution of the alfalfa weevil (*Phytonomus posticus* Gyll.). A study in physical ecology. Journ. Agric. Res. **30**, 1925, 479—491.

Comstock, J. H., An introduction to entomology. Ithaca, 1930.

Cushman, R. A., The identity of a hymenopterus parasite of the alfalfa weevil. Ent. Soc. Wash. Proc. **24**. 1922, 64 S.

— — Miscellaneous notes and descriptions of ichneumonflies. U. S. Natl. Mus. Proc. **72** (Art. 13), 1927, 12 S.

Dalla Torre, C. G. de., Catalogus Hymenopteroerum. **3**, 1141 S. Leipzig, Engelmann, 1891.
— — Catalogus Hymenopterorum. **5**, 122 S. Leipzig, Engelmann, 1898.
Dalman, J. W., Försök till uppställning af Insektfamiljen Pteromalini, i synnerhet med afseende på de i Sverige funne arter. Vetensk. Acad. Handl. **41**, 1820, 381—382.
Detwiler, J. D., Three little-known clover insects. The clover-head weevil (*Phytonomus meles* Fab.). The lesser clover-leaf weevil (*Phytonomus nigrirostris* Fab.). The clover-seed weevil (*Tychius picirostris* Fab.). Cornell Univ. Agric. Exp. Stat. Ithaca, New York. Bull. **420**, 1923, 28 S.
Doten, S. B., The problem of insects injurious to alfalfa. Nevada Agric. Exp. Stat. Ann. Rept. Board of Control 1927; 1928, 19 S.
— — Insects injurious to alfalfa. Nevada Agric. Exp. Stat. Ann. Rept. Board of Control 1928; 1929, 25—26.
Dvornitchenko, M., Einige Beobachtungen über Luzerne (russisch). Agric. Turkestan, Tashkent, **12** (No. 1), 1917, 22—25. (Ref. in: Rev. Appl. Ent. Serie A, VI, S. 346, 1918.)
Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. **3**, 825 S. Berlin, Paul Parey, 1931.
Essig, E. O. und Michelbacher, A. E., The alfalfa weevil. Calif. Agric. Exp. Stat. Bull. **567**, 1933, 99 S.
Fabricius, J. C., Systema Entomologiae. 832 S. Flensburg und Leipzig, Korte, 1775.
— — Entomologica Systematica. **2**, 519 S. Hafnia, Proft, 1793.
Förster, A., Beiträge zur Monographie der Pteromalinen. 46 S. Aachen, Mayer, 1841.
Frederick, H. J., Feeding value of alfalfa hay treated with calcium arsenate. Utah Agric. Exp. Stat. Bull. **223**, 1930, 1—8, 3 Fig.
Gahan, A. B., On the identity of a European chalcoid parasite of the alfalfa leaf-weevil. Journ. Wash. Acad. Sci. **13**, 1923, 408—411.
Garbowski, L., *Entomophthora (Tarichium) punctata* n. sp. on *Phytonomus variabilis* Hbst. and *E. sphaerosperma* Fresen. on *Pieris brassicae* Linn. Prace Wydz. Chorob-Roslin Parist. Inst. Nauk. Rolnicz. Bydgoszczy **4**, 1927, 25—44, 34 Fig.
Gates, L. M., Recent developments in regard to alfalfa weevil. Journ. Econ. Ent. **29**, 1936, 947—953.
Girault, A. A., Description of new chalcid-flies. Ent. Soc. Wash. Proc. **16**, 1914, 109—120.
Gravenhorst, I. L. C., Vergleichende Übersicht des Linneischen und einiger neueren zoologischen Systeme nebst dem eingeschalteten Verzeichnis der zoologischen Sammlung des Verfassers. 476 S. Göttingen, Dietrich, 1807.
— — Conspectus generum et familiarum Ichneumonidum. Nova Acta Natur. Curios. **9**, 1818, 279—298.
— — Ichneumonologia Europaea. **3**, 1097 S. Vratislavia, Bulgaria, Sumtibus Auctores, 1829.
Großheim, N. A., Zur Biologie des *Phytonomus murinus* F. und seiner Parasiten. Ent. Viestnik. Kiev, **2**, 1913, 5—25.
Hagan, H. R., The alfalfa weevil (*Phytonomus posticus* F.). Utah Agric. Exp. Stat. Circ. **31**, 1918, 1—8, 4 Fig.
— — Alfalfa weevil control in Utah. Calif. State Dept. Agric. Mo. Bull. **8**, 1919, 469—477.
Harris, F. S. und Butt, N. J., Thirty years of agricultural experiments in Utah. Utah Agric. Exp. Stat. Circ. **46**, 1921, 1—64.
Henderson, W. W., Interstate quarantine on alfalfa weevil. Calif. State Dept. Agric. Mo. Bull. **8**, 1919, 461—469.

Herbst, J. F. W., Kritisches Verzeichnis meiner Insektensammlung. Füessly Archiv d. Insektengesch. 1784—1785, **5** (Nr. 52), 1784, 78 S.
— — Natursystem aller bekannten in- und ausländischen Insekten. **6**, 1—520. Berlin, Pauli, 1795.
Holmgren, A. E., Försök till uppstallning och beskrifning af de Sverige funna Ophionidae. Svenska Vet. Akad. Handl. **2**, 1858, 103 S.
Houghton, C. O., Notes on the lesser clover-leaf beetle (*Phytonomus nigrirostris* Fab.). Journ. Econ. Ent. **1**, Concord, N. H., 1908, 297—300.
Howard, L. O., Report of the Entomologist for the year ended June 30. U. S. Dept. Agric. Bur. Ent. 1916, 24 S.
— — Report of the Entomologist. U. S. Dept. Agric. 1925, 35 S.
— — Report of the Entomologist for the year ended June 30. U. S. Dept. Agric. Bur. Ent. 1926, 30 S.
Jaques, H. E., The 1921 outbreak of the clover-leaf weevil in Iowa. Proc. Iowa Acad. Sci. **28**, 1921, 127—129.
Kalmbach, E. R., Birds in relation to the alfalfa weevil. U. S. Dept. Agric. Prof. Paper, Bull. **107**, 1914, 1—64. 3 Fig., 5 Taf.
Kleine, R., Die Lariiden und Rhynchophoren und ihre Nahrungspflanzen. Entomologische Blätter. **6**, 1910, 187—205.
Klinkowski, M. und Lehmann, H., Kranke Luzerne. 132 S., 16 Abb. Neudamm, Neumann, 1937.
Krasucki, A., Beobachtungen über das Auftreten von *Phytonomus* spp. in Dublany bei Lemberg im Jahre 1923 (polnisch). Polskie Pismo Ent. **4** (Teil 1), 1925, 62—67. (Ref. in: Rev. Appl. Ent. Serie A, XIII, S. 214, 1925.)
Kriechbaumer, J., Ichneumonologica varia. Ent. Nachr. **25**, 1899, 69 S.
Krüger, K., Vergiftungserscheinungen an Weidevieh nach der Verwendung von arsenhaltigen Stäubemitteln. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **13** (1), 1933, 1—2.
— — Erwiderung zu „Luzerneschädlinge" von Dr. H. Lehmann. Z. Pflanz. Krankh. **44**, 1934, 92—94.
Kurdjumov, N., Notizen über Pteromaliden (russisch). Rev. Russe d'Ent. **13**, 1913, 1—24.
Lehmann, H., Luzerneschädlinge. 1. Rüsselkäfer: *Phytonomus variabilis* Herbst, *Sitona lineata* L. und *Apion pisi* F. Z. Pflanz. Krankh. **43**, 1933, 625—638. 3 Abb.
Lind, J., Rostrup, S. und Kølpin Ravn, F., Oversigt over Landbrugsplanternes Sygdomme i 1916. 114 Beretning fra Statens Forsogsvirksomhed i Plantekultur. 229—254. Copenhagen 1917.
List, G. M. und Wakeland, C. C., Alfalfa weevil (*Phytonomus posticus* Gyll.) Tenth Ann. Rept. State Ent. Colorado, 1918. Office of State Ent. Circ. **27**, 1919, 13—35, 13 Fig.
Lüstner, G., Stärkere Blattnager- (*Phytonomus*) Schäden an Luzerne. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **3** (3), 1923, 18—19.
Marchal, P., und Foex, E., Rapport Phytopathologique pour les Années 1919—1920. Ann. Epiphyties, Paris, **7** (1919 und 1920), 1921, 1—87.
Marshall, T. A., A catalogue of British Hymenoptera. **2**, 1872, 136 S. Ent. Soc. London, England.
Martelli, G., Primo contributo alla biologia del *Phytonomus variabilis* Herbst. Boll. del Lab. di Zoolo. gen. Agric. della R. Scuola Super. agrar., Portici. **5**, 1911, 226—230.
Mc Atee, W. L., Farm help from the birds. U. S. Dept. Agric. Yearbook 1920; 1921, 253—270.
Michelbacher, A. E. und Essig, E. O., Report on alfalfa weevil investigation in California. Journ. Econ. Ent. **27**, Geneva, N. Y., 1934a, 960—966.
— — A progress report on the behavior of the alfalfa weevil in Middle California, 1933. J. Econ. Ent. **27** (No. 6), 1934b, 1119—1127.

Michelbacher, A. E., und Essig, E. O., Field observations on the alfalfa weevil in Middle California. Mo. Bull. Dept. Agric. Calif. **24**, 1935, 221—231, 5 Abb.

Molz, E. und Müller, K. M., Der Luzerneblattnager *Phytonomus variabilis* Hbst., ein neuer gefürchteter Schädling in der Provinz Sachsen. Landw. Wochenschr. Sachsen **87** (Nr. 29), 1929, 557—558, 5 Fig.

Nees ab Esenbeck, C. G., Hymenopterorum Ichneumonibus Affinium, Monographiae et Species Illustrantes. **2**, 320 und 448. Stuttgart und Tübingen, Cotta, 1834.

Newton, J. H., Alfalfa weevil, *Phytonomus posticus* Gyll. Thirteenth Ann. Rept. State Ent. Colorado Agric. Col. Circ. **36**, 1922, 30—34, 2 Taf.

— — Alfalfa weevil, *Phytonomus posticus*, in Colorado. Seventeenth Ann. Rept. State Ent. Colorado Agric. Col. Circ. **51**, 1926a, 15 S.

— — Status of the alfalfa weevil in Colorado. Journ. Econ. Ent. **19**, 1926b. 371—376.

— — The alfalfa weevil in Colorado. Colorado Exp. Stat. (Color. Agric. College), Bull. **399**, 1933, S. 19.

Oakley, R. A. und Westover, H. L., How to grow alfalfa. U. S. Dep. Agric. Farmers Bull. Nr. 1283.

Parks, T. H., The alfalfa weevil. Idaho Agric. Exp. Stat. Ext. Bull. **7**, 1913, 1—22, 12 Fig.

— — Effect of temperatured upon oviposition of the alfalfa weevil, *Phytonomus posticus* Gyll. Journ. Econ. Ent. **7**, 1914, 417—421.

Picard, F., Les insectes de la luzerne. Progrès Agric. Vitic., Montpellier **30** (No. 18), 1914a, 555—561, 1 Taf.

— — Les Entomophthorées, leur parasitisme chez les insectes. Bul. Soc. Étude Vulg. Zool. Agric., Bordeaux. **13** (1, 2, 3 und 4), 1914b, 1—7, 25—30, 37—40, 62—65, 3 Taf.

Plotnikov, V., Schädliche Insekten des Obstgartens, der Feldgewächse und der Gemüsegärten in Turkestan, mit Angaben über Bekämpfungsmethoden (russisch). Turkestan Ent. Stat. 1914, 216 S., 122 Fig. (Ref. in: Rev. Appl. Ent. Serie A, II, 1914, 713—716.)

Ratzeburg, J. T. C., Die Ichneumonen der Forstinsekten in forstlicher und entomologischer Beziehung, als Anhang zur Abbildung und Beschreibung der Forstinsekten. **1**, 224 S. Berlin, Nicolai, 1844.

Reeves, G. I., The alfalfa weevil investigation. Journ. Econ. Ent. **10**, 1917, 123—131.

— — The arsenical poisoning of livestock. Journ. Econ. Ent. **18**, 1925, 83—89.

— — Alfalfa weevil control methods. U. S. Dept. Agric. Yearbook 1926; 1927a, 139—142.

— — The control of the alfalfa weevil. U. S. Dept. Agric. Farmer's Bull. **1528**, 1927b, 1—22, 14 Fig.

— — Alfalfa weevil spreads in alfalfa growing sections of the West. U. S. Dept. Agric. Yearbook 1930; 1930c, 117—118

— — und Hamlin, J. C., The use of mathematics in the alfalfa weevil investigations. Rept. Eight Rocky Mt. Conf. Ent. 1931, 11—16.

— — Chamberlin, T. R. und Pack, K. M., Spraying for the alfalfa weevil. U. S. Dept. Agric. Farmer's Bull. **1185**, 1920, 9 Fig.

— — Miles, P. B., Chamberlin, T. R., Snow, S. J. und Bower, L. J., The alfalfa weevil and methods of controlling it. U. S. Dept. Agric. Farmer's Bull. **741**, 1916, 1—16, 7 Fig.

Reitter, E., Fauna Germanica. Die Käfer des Deutschen Reiches. **5**, 343 S. Stuttgart, Lutz, 1916.

Rockwood, L. P., *Sporotrichum globuliferum* Speg., a natural enemy of the alfalfa weevil. Journ. Econ. Ent. **9**, 1916, 493—499.

Ruschka, F. und Fulmek, L., Verzeichnis der an der K. k. Pflanzenschutz-Station in Wien erzogenen parasitischen Hymenopteren. Z. angew. Entomol. **2**, 1915, 390—412.
Hymenoptera reared at the Imperial Plant Protection Station, Vienna.) Z. angew. Entomol. **2**, 1915, 398.
Sanderson, E. D. und Pearis, L. M., The relation of temperature to insect life. N. H. Agric. Exp. Stat. Bull. **7**, 1913, 1—125.
Schmiedeknecht, O., Opuscula Ichneumonologica. **2**, 411—998. Blankenburg i. Thür., 1904—1906.
Schweis, G. G., The alfalfa weevil. Mo. Bull. Calif. Dept. Agric. **19** (No. 3—4). 1930, 231—234.
Silvestri, F., Struttura dell'ovo e prime fasi di sviluppo di alcuni Imenotteri parassiti. Boll. Lab. Zool. Gen. Agrar. R. Scuola Sup. Agric. Portici. **10**, 1915, 66—68. 6 Taf.
Smirnov, D., Die Nützlichkeit der Bachstelze in Turkestan (russisch). Agric. Turkestan. Tashkent. **3**, 1913, 149—251 (Ref. in: Rev. Appl. Ent. Serie A, II, 1914, S. 39).
Smith, H. D., The bionomics of *Dibrachoides dynastes* (Foerster), a parasite of the alfalfa weevil. Ann. Ent. Soc. Amer. **23**, 1930, 577—593, 1 Taf.
Snow, S. J., The alfalfa weevil in Nevada and its control by spraying. Nevada Agric. Exp. Stat. Bull. **108**, 1925, 1—22. 4 Fig.
— — Effect of ovulation upon the seasonal history in the alfalfa weevil. Journ. Econ. Ent. **21**, 1928, 752—761.
Sorenson, C. J., Insects in relation to alfalfa-seed production. Utah Agric. Exp. Stat. Circ. **98**, 1932, 17—21, Fig. C.
Spain, Informes sobre el estado sanitaro de los cultivos en el año 1928. Estac. Cent. Fitopat. Agric. 1929, 83 S. Madrid, Spain.
Stshegolev, V. N., Znamenski, A. V. und Bey-Bienko, G. J., Insekten, die die Feldkulturen schädigen (russisch). Lenin Akad. Agric. Sci. USSR Institut f. Pflanzenschutz. Leningrad, 1937, 538 S., 15 Taf.
Sweetman, H. L., Field studies of the physical ecology of the alfalfa weevil. Wyoming Agric. Exp. Stat. Bull. **167**, 1929, 1—31.
— — Further studies of the ecology of the alfalfa weevil, *Hypera posticus* (Gyll.). Journ. Econ. Ent. **25**, 1932, 681—693.
— — und Wedemeyer, J., Further studies of the physical ecology of the alfalfa weevil, *Hypera postica* (Gyll.). Ecology **14**, 1933, 46—60.
Thomson, C. G., Opuscula Entomologica. **5**, 1873, 521 S. Lund, Schweden.
— — Hymenoptera Scandinaviae. **5**, 1878, 234. Lund, Schweden.
— — Opuscula Entomologica. **11**, 1887, 1111, 1113. Lund, Schweden.
Titus, E. G., A dangerous alfalfa insect. Utah Agr. Exp. Stat. Bull. **1**, 1909a, 1—4.
— — The control of the alfalfa weevil. Utah Agric. Exp. Stat. **10**, 1913, 106—120.
— — The alfalfa weevil. Journ. Econ. Ent. **2**, 1909b, 148—153.
— — The alfalfa leaf weevil. Utah Agr. Exp. Stat. Bull. **110**, 1910a, 1—72.
— — On the life history of the alfalfa leaf weevil. Journ. Econ. Ent. **3**, 1910b, 459—470.
— — A monograph of the genera *Hypera* and *Phytonomus* in America, north of Mexico. Ann. Ent Soc. Amer. **4**, 1911, 452—468.
Tullgren, A., Skadedjur i Sverige Åren 1912—1916. Meddelande från Centralanstalten för Jordbruksförsök No. 152. Entomologiska Avdelningen. **27**, 1917, 104 S.
Uvarov, B. P., Beispiel für die Bekämpfung an Schädlingen und Krankheiten der Pflanzen (russisch). Bull. Bur. Control Agric. Pests, Tiflis 1917, 1—46. Ref. in: Rev. Appl. Ent. Serie A, VII, 1919, S. 345.)
Vassiliev, E. M., Liste der Luzerneschädlinge (russisch). Ent. Exp. Stat. All Russ. Soc. Sugar Refiners in Smiela, Govt. Kiev. 1913. (Ref. in: Rev. Appl. Ent. Serie A, I, 1913, 526—527).

Viereck, H. L., New species of ichneumon flies. U. S. Natl. Mus. Proc. **42**, 1912, 139—153.

Wakeland, C. C., Alfalfa weevil, *Phytonomus posticus* Gyll. Progress Report, 1919. Colorado State Ent. 11th. Ann. Rept., Circ. **28**, 1920, 22—34.

— — Alfalfa weevil and its control in Idaho. Idaho Agric. Exp. Stat. Circ. **34**, 1924, 1—11.

— — Seasonal variation as it affects the activity and control of the alfalfa weevil in Idaho. Idaho Agric. Exp. Stat. Bull. **138**, 1925, 1—11.

Webster, F. M., Preliminary report on the alfalfa weevil. U. S. Dept. Agric. Bur. Ent. Bull. **112**, 1912, 1—47, 27 Fig., 13 Taf.

Wicks, W. H., The alfalfa weevil — its economic importance over estimated. Mo. Bull. California Dept. of Agric. **23** (No. 10—11), 1934, 335—337. Sacramento, Calif.

Woroniecka, J., Przeglad wazniejszych szkodników, wystepujacych na terenie Lubelszczyzny i Kieleckiego w 1924, roku. Mém. Inst. Nat. Polon. Econ. Rur. Pulawy **5** (Teil A), 1924, 379—392. (Ref. in: Rev. Appl. Ent. Serie A, XIII, 1925, S. 213.)

Yakhontov, V. V., Die „Gabel"-Bildung bei Baumwollpflanzen, ihre Ursache, Natur und Wirkung auf die Pflanze (russisch). Tashkent, Glavn. Khlopkov. Komitet. 1929, 1—5, 4 Fig. (Ref. in: Rev. Appl. Ent. Serie A, XVIII, 1930, S. 329.)

— — Praktische Ergebnisse eines Versuchs. Eine biologische Methode zur Bekämpfung von Schädlingen der Luzerne und Baumwolle (russisch). Vuisshaya Shkola **1**, 1937, 77—81. Moskau.

Beiträge zur Forstentomologie der Türkei II

Über einige Schädlinge der Haselkulturen

Von

Erwin Schimitschek

(Mit 8 Abbildungen)

Die Haselkulturen der Türkei haben ihre größte Ausdehnung an der Südküste des Schwarzen Meeres, der intensive Corylusanbau reicht von Çarşamba bei Samsun bis zur türkisch-russischen Grenze. Die größten und wichtigsten Anbaugebiete liegen also in den ostpontischen Vilayeten: Ordu, Giresun, Trabzon und Rize. In diesen Gebieten ist die Haselkultur die wichtigste landwirtschaftliche Kulturart. Neben dem Haselstrauch werden besonders Mais und Bohnen gebaut, gebietsweise auch der Maulbeerbaum. Bei Rize (einer Klimainsel) geht der Haselanbau zugunsten der Tee- und Citruspflanzungen zurück.

Das Optimum für den Haselstrauchanbau liegt bei Giresun, hier umfaßt die Fläche der Coryluskulturen etwa 70 000 ha. Auch viele Lagen bei Trabzon sind optimal. In diesem Vilayet befinden sich etwa 28 000 ha Haselkulturen.

Von geringerer Bedeutung ist der Haselanbau in den Vilayeten Sinop, Kastamoni, Bitlis, Bolu und Kutahya. In Zukunft soll die Kultur der Hasel soweit als möglich längs der ganzen Nordküste Anatoliens ausgedehnt werden. Allerdings birgt dies alle Nachteile der Einheitskultur großen Stils in sich [1]).

Die Ausfuhr der Haselnüsse erfolgt vorwiegend aus den ostpontischen Vilayeten. Sie betrug für diese z. B. im Jahre 1931 insgesamt 32 Mill. kg [2]). Der gesamte Haselnußertrag der Türkei ist natürlich viel größer.

Die gesamte Haselnußernte betrug

im Jahre	1933	59 600 t	Haselnüsse
„ „	1934	35 900 „	„
„ „	1935	72 300 „	„

[1]) Es wäre an Obstzwischenkultur zu denken. Allerdings müßten blutlausfeste Sorten angepflanzt werden, da die Apfelbäume (ungepflegte Hochbäume) stark von der Blutlaus *Eriosoma lanigera* Hausm., befallen sind.

[2]) Nach Kâzim Riza: Die türkische Landwirtschaft und ihre Betriebszweige. Arbeiten aus der Landwirtschaftlichen Hochschule in Ankara. Heft 1, 1935.

Die Ausfuhrmenge, umgerechnet auf ungeschälte Haselnüsse, betrug

1933/34	54 000 t
1934/35	29 000 „
1935/36	54 700 „

Der Bruttoerlös [1]) für die Gesamtproduktion an Haselnüssen betrug

1933/34	7 200 000 Türkpfund [2])
1934/35	4 700 000 „
1935/36	9 700 000 „

Die umfangreichen Haselpflanzungen in den ostpontischen Vilayeten ziehen sich hauptsächlich entlang der Küste. Es sind dies vielfach ausgedehnte Einheitskulturen. Sie liegen z. B. zwischen Trabzon und Sürmene in Höhenlagen von 5—200 m (Abb. 1 und 2). Von Trabzon landeinwärts gibt es auch in den größeren Höhenlagen Haselpflanzungen. So trifft man im Gebiet des Deirmenderetales und seiner Nebentäler die höchstgelegenen Haselkulturen bei 800 m an. In diesen Höhenlagen bleiben natürlich die Hektarerträge hinter jenen der küstennahen Kulturen, die das warme Seeklima genießen, zurück.

Abb. 1. Haselkultur zwischen Trabzon und Sürmene. 31. Oktober 1938

Nach den in Trabzon erhaltenen Angaben gibt 1 ha bestgepflegter Haselkultur auf bestem Boden jährlich 3000 kg Haselnüsse; 1 ha gute Kultur trägt im Jahr 2000 kg. Der Durchschnittsertrag, bei Berück-

[1]) Die Angaben sind entnommen: Türkiye Milli Geleri. (Das türkische Volkseinkommen.) T. C. Ekonomi Bakanliği Konjonktür Servisi. Seri Nr. 7. Ankara. Başvekalet matbaasi 1937.

[2]) 1 Türkpfund = 2 Reichsmark.

sichtigung aller Lagen, beträgt 700 kg Haselnüsse je Jahr und Hektar. Die besten Erträge liefern die Haselkulturen, die in Höhenlagen von 5—400 m stocken. In größeren Höhen kann man nicht mit jährlichem Ertrag rechnen, sondern man erhält nur alle 3—4 Jahre eine gute Ernte. Die Pflanzungen unter 400 m Höhe geben aber jährlich gute Ernten.

Abb. 2. Haselkultur zwischen Trabzon und Sürmene. 31. Oktober 1938

Gelegentlich einer Studienreise, die im Herbst 1938 in das Gebiet der orientalischen Fichte, zum Zweck der Organisation der Bekämpfung des *Ips sexdentatus* Börner unternommen wurde, war auch Gelegenheit gegeben, einige Beobachtungen über Schädlinge von *Corylus avellana* zu machen. Diese Beobachtungen erstreckten sich auf die Haselkulturen längs der Küste des schwarzen Meeres zwischen Trabzon und Sürmene. Die hier befindlichen Kulturen sind Einheitskulturen.

Die Haselkultur ist die wichtigste Einnahmsquelle der bäuerlichen Bevölkerung dieses Gebietes. Die Normalerntemenge beträgt hier 17—18 000 t Haselnüsse jährlich. Die Erntemengen unterliegen aber recht großen Schwankungen:

die Ernte 1936 betrug etwa 16 000 t Haselnüsse,
„ „ 1937 „ „ 21 000 „ „
„ „ 1938 „ „ 2 800 „ „ [1])

[1]) Für das Jahr 1939 ist eine Rekordernte zu erwarten. Man schätzt die zu erwartende Ernte im Gebiet von Ordu bis zur russischen Grenze auf etwa 1½ Mill. Kantar, das sind etwa 67 000 t. Etwa 80 % der Ernte wurde jährlich von Deutschland gekauft. (Anmerkung bei der Korrektur.)

Das Jahr 1937 brachte eine Höchsternte, das Jahr 1938 eine ausgesprochene Mißernte.

Zweifellos tragen auch die bedeutenden Milben- und Insektenschäden maßgebend zu den großen Schwankungen der Ernteerträge bei. Die Schädlingsbekämpfung ist hier noch sehr jung. Besonders läßt noch die alljährlich vorsorglich durchzuführende Vorbeugung zu wünschen übrig.

1. *Eriophyes avellanae* Nalep.

(Acarina, Eriophyidae)

Eriophyes avellanae Nalep.[1]) verursacht die auffallenden Knospenverbildungen an *Corylus avellana.* Die Knospenmilbe der Hasel besiedelt im Mai die neuen Knospen. Die Milbe hat nach del Guercico (bei Sorauer Handbuch der Pflanzenkrankheiten Bd. IV) zwei Wanderzeiten, die erste im Monat Mai, die zweite in den Monaten Juli und August. Nach dem gleichen Autor treten jährlich mindestens 6 Generationen auf.

Die befallenen Knospen beginnen mehr und mehr anzuschwellen, während die gesunden, für das nächste Jahr bestimmten Knospen ihre normale Größe behalten. Durch den Milbenbefall werden die Knospen-

Abb. 3. Durch *Eriophyes avllanae* Nal., verbildete Knospen der Hasel (*Corylus avellana*). In einer Pflanzung bei Arakli. 31. Oktober 1938. (An der Zweigspitze verbildete Knospen, am übrigen Zweig gesunde, nicht befallene Knospen)

schuppen und die Nebenblätter stark vergrößert. Im Oktober ist die Knospengalle fertig ausgebildet. Diese Knospengalle erreicht einen Durchmesser von über 1 cm (Abb. 3, 4 und 5). Innerhalb der verbildeten Knospe finden sich die Milben und ihre Eier, die an Ort und Stelle über-

[1]) Synonyma: *Acarus pseudogallarum* Vallot, *Phytoptus pseudogallarum* Targ., *Phytoptus coryligallarum* Targ.

Abb. 4. Durch *Eriophyes avellanae* Nal., verbildete Knospen von *Corylus avellana*. Bei Arakli am 31. Oktober 1938

wintern. Nach erfolgter Überwinterung verlassen die Milben diese Knospengallen und wandern in die neuen Knospenanlagen ein.

Da die Knospenmilbe der Hasel, wie alle Gallenmilben *(Eriophyidae)* mit ihren zwei Beinpaaren und dem langgestreckten, wurmförmigen Hinterleib in ihrer Fortbewegung beschränkt sind, wandern

Abb. 5. Durch *Eriophyes avellanae* Nal., verbildete Haselknospen. Bei Arakli am 31. Oktober 1938

sie in die nächstgelegenen Knospen derselben Hasel ein, auf der sie sich entwickelt haben. Meist befallen sie die Knospen desselben Zweiges oder Astes. So werden nach und nach alle Knospen befallen und zum Absterben gebracht. Dies führt, wenn alle Knospen eines Strauches vernichtet sind, schließlich und endlich auch zum Absterben der befallenen Haselsträucher.

Eriophyes avellanae war in allen besichtigten Haselpflanzungen zwischen Trabzon und Sürmene vorhanden. Die Milbe, die ein ausgesprochen primärer Schädling ist, tritt im ganzen Gebiet des Haselanbaues auf und stellt für die Hasel eine sehr große Gefahr dar.

Zunächst bringt der Milbenbefall einzelne Knospen zum Absterben, doch wird mit zunehmender Dauer des Befalles die Zahl der abgetöteten Knospen immer größer. Dies führt zunächst zum Kränkeln der befallenen Zweige und Äste, dann zu deren Absterben. Dies hat bereits einen starken Rückgang der Ernteerträge an Haselnüssen zur Folge. Schon Kirchner[1]) hat 1863 in Deutschland festgestellt, daß der Fruchtertrag der Haselstauden durch den Milbenbefall ganz ausbleiben kann. Auch in Sizilien fällt mitunter so die ganze Ernte aus.

Schließlich, wenn fast alle Knospen eines Haselstrauches der Milbe zum Opfer gefallen sind, sterben die Haselsträucher ganz ab.

Große Befallsdichte weisen Haselkulturen auf steinigen Hängen auf, insbesondere, wenn sie gegen Süden gerichtet sind. Auch flachgründige Böden, ganz besonders, wenn sie gegen Süden exponiert sind, sind ungünstig. Die Hasel beansprucht gute, möglichst tiefgründige und frische Böden. Auf steinigen, seichtgründigen und trockenen Hängen gedeiht sie nicht gut und wird durch Schädlingsbefall empfindlich in Mitleidenschaft gezogen. Dies muß bei jeder Neuanlage entsprechend berücksichtigt werden.

Je schlechter gepflegt die Haselkulturen sind, desto stärker ist der Milbenbefall. Kulturen, die z. B. im Konkurrenzkampf mit den einwandernden Elementen der Macchie stehen, sind an und für sich schon sehr benachteiligt und werden außerordentlich stark von der Knospenmilbe befallen.

Der Milbenbefall führt nicht nur zum Absterben der Triebe, Zweige und ganzer Haselsträucher, sondern er schafft auch die Vorbedingung zum Befall der Hasel durch *Anisandrus dispar*.

Die Bekämpfung der Haselknospenmilben muß daher jährlich energisch durchgeführt werden. Früher wurde die Milbe überhaupt nicht bekämpft; die durch sie verursachten Schäden im Haselanbaugebiet Nordanatoliens waren daher ungemein groß, sie sind, seitdem die Milbe bekämpft wird, zurückgegangen, aber auch heute noch bedeutend.

Die Milbe tritt jedes Jahr sehr häufig an den Haselsträuchern im Gebiete der Südküste des Schwarzen Meeres auf[2]), sie muß daher auch

[1]) Zit. nach Schlechtendal, Eriophidocecidien. Zoologica 24. Bd., Heft 61, Lfg. 2. Stuttgart 1916.

[2]) Vergleiche auch die Notiz in Rev. int. d. agric. Rom 1933. Nr. 11. Seite M 247.

jedes Jahr energisch bekämpft werden. Die Bekämpfung erfolgt im Herbst durch Abschneiden und Verbrennen der befallenen Triebe und Zweige. Der Befall ist leicht an den durch die Milben verbildeten Knospen zu erkennen (Abb. 3, 4 und 5).

Wichtig ist die Berücksichtigung der leicht durchführbaren Vorbeugungsmaßnahmen:

1. Auswahl geeigneter Standorte für die Hasel. Bevorzugung guter, tiefgründiger, frischer Böden. Vermeidung trockener, steiniger, flachgründiger und gleichzeitig sonnseitig gerichteter Hänge.
2. Gute Pflege und Kontrolle der Haselkulturen.
3. Entfernung aller Elemente der Macchie, die in die Haselkulturen eindringen.

2. *Melolontha* sp.

Stellenweise haben die Haselkulturen sehr stark unter dem Engerlingsfraß des Maikäfers zu leiden. Um welche Art es sich handelt, konnte leider nicht festgestellt werden, da ich bisher aus dem fraglichen Gebiete keine Imagines erhielt.

Die starkbefallenen Kulturen liegen bei der Ortschaft Arakli in der Nähe von Sürmene. Es handelt sich um Pflanzungen auf tiefgründigen, guten Böden in ebener Lage, in etwa 10—12 m Höhe über dem Meeresspiegel. Das Grundwasser liegt einen halben bis 1 m tief.

Die Wurzeln der Haselsträucher waren an manchen Orten massenweise von Engerlingen befressen. An einem Wurzelkomplex eines Haselstrauches waren am 1. November 1938 nicht weniger als 31 Engerlinge vorhanden. Alle Faserwurzeln und dünneren Wurzeln waren gänz-

Abb. 6. Starker Engerlingsfraß (*Melolontha* sp.) an den Wurzeln von *Corylus avellana*. An diesem einen Wurzelstock befanden sich am 1. November 1938 31 Engerlinge

lich aufgefressen. Die starken Wurzeln, bis über Daumenstärke, waren sehr stark von den Engerlingen benagt, ringsherum oft so stark befressen, daß sie ganz flach waren (Abb. 6).

Haselsträucher, deren Wurzeln von den Engerlingen des Maikäfers stark befressen sind, gehen natürlich ein. Bei schwächerer Beschädigung tritt eine Verringerung der Haselnußerträge auf.

Abb. 7. Sehr weitständige Haselpflanzung die unter starkem Engerlingsfraß zu leiden hat. Bei Arakli unweit Sürmene am 1. November 1938

Es handelte sich um eine 13- bis 14jährige Haselkultur, die recht weitständig begründet worden ist (Abb. 7). Andere Kulturen, bei denen die Haselsträucher in engerem Verband standen, hatten nicht unter Engerlingsschäden zu leiden. Es bestehen deutliche Zusammenhänge zwischen der Stärke des Engerlingsbefalles und der Dichte der Kulturen. Dichte Kulturen, also solche, deren Sträucher in engerem Verbande stehen, haben geringe oder gar keine Engerlingsschäden aufzuweisen. Weitständige, lichte Kulturen, deren Boden starker Besonnung ausgesetzt ist, leiden unter recht fühlbaren Engerlingsschäden, die nicht nur zu Ernteverlusten, sondern auch zum Absterben der Haselsträucher führen.

Der erste Befall der Haselkulturen erfolgt zweifellos in dem auf die Neuanlage folgenden Flugjahr des Maikäfers. Ebenso während der ersten Jahre, die eine gute Bodenpflege in den Haselkulturen erfordern. In den späteren Jahren unterbleibt die Bodenbearbeitung. Jetzt werden die Eier des Maikäfers zweifellos lieber in die Kulturen mit bearbei-

tetem Boden abgelegt als in unbearbeiteten Boden. Sind Pflanzungen mit unbearbeitetem Boden nebeneinander vorhanden, so zieht der Maikäfer die lichten Kulturen mit gut besonntem Boden den dichten Kulturen mit beschattetem Boden vor.

Als wichtigste Vorbeugungsmaßnahmen sind anzuführen:

1. Die Neuanlage von Haselkulturen soll in den Hauptflugjahren des Maikäfers vorgenommen werden.

2. In den Hauptflugjahren sollte die Bodenbearbeitung der Haselkulturen in den Maikäfergebieten unterbleiben.

3. In den Maikäfergebieten ist die Erziehung dichterer Haselkulturen den weitständigen Kulturen vorzuziehen.

3. *Balaninus nucum* L., *Balaninus glandium* Mrsh.

Die wirtschaftliche Bedeutung des durch *Balaninus* verursachten Schadens ist erheblich.

Nach den in Trabzon erhaltenen Angaben ist die Befallsdichte nicht in allen Lagen der Haselkulturen gleich groß. Am meisten haben die Haselkulturen auf sonnseitigen Hängen unter *Balaninus* zu leiden. In Haselkulturen, auf Hängen, die gegen Süd oder Südost gerichtet sind, werden bis zu 50% der Haselnüsse von *Balaninus* befallen.

Im großen Durchschnitt werden jährlich 8—10% der Haselnüsse durch Balaninusbefall vernichtet. Dies bedeutet natürlich einen ganz gewaltigen Ernteverlust. Bei einem Durchschnittsertrag von 700 kg Haselnüsse je Jahr und Hektar, beträgt also der durchschnittliche jährliche Verlust je Hektar 56—70 kg Haselnüsse, allein durch Balaninus. Bezogen auf die Durchschnittsernte im Vilayet Trabzon, werden in diesem Gebiete im Durchschnitt etwa 1300—1400 bzw. 1700—1800 t Haselnüsse durch Balaninusbefall jedes Jahr vernichtet[1]).

Die Bekämpfung des *Balaninus* durch das sofortige Einsammeln und Verbrennen der frühzeitig abgefallenen Haselnüsse, in denen die Larve noch enthalten ist, kommt im ostpontischen Haselnußgebiet meist nicht in Frage. Dies deshalb, weil das Pflücken der Haselnüsse oft frühzeitig und eilig erfolgt[2]). Die Ernte erfolgt in den küstennahen Gebieten meist Mitte August. Die Bauern wollen das Erntegeschäft meist rasch erledigen, um sich dann auf die Almen (Yayla) zu begeben.

---

[1]) Auch die ungeschälte Ausfuhrware muß gesund sein. Löcherige Haselnüsse dürfen bei ungeschälter Ausfuhrware nicht mehr als 7% der Stückzahl betragen (Art. 11 der Vorschrift für die Überwachung der Ausfuhr von Haselnüssen. Verordnung Nr. 2/7217 erschienen im Staatsanzeiger Nr. 3691 vom 24. August 1937).

[2]) Bei der eiligen, frühzeitigen Ernte wird nicht immer sehr pfleglich vorgegangen. Oft werden die heurigen Triebe mit den Früchten abgerissen. Die Bezahlung der Arbeiter erfolgt meist je abgeernteten Haselnußstrauch, dies führt natürlich zu rascher, aber wenig pfleglicher Arbeit.

Der Drusch der Haselnüsse, zum Zwecke der Trennung der Nuß von deren Hülle, erfolgt oft erst nach der Rückkehr der Bauern von den Almen im Herbst[1]). Die Aufbewahrung bis zum Drusch erfolgt vielfach in den Bauerngehöften. Als Druschplätze werden flache, sonnige Stellen ausgesucht. Die Nüsse werden dann 1—2 Tage an den sonnigen Stellen getrocknet, gedroschen und dann in Säcke gefüllt.

Wo man die Haselnüsse an den Sträuchern ausreifen läßt, wären die frühzeitig abfallenden Nüsse einzusammeln, zu sortieren und die befallenen zu verbrennen. Bei frühzeitigem Pflücken wären die Nüsse so zu lagern, daß die Larven nicht ins Erdreich eindringen können, z. B. auf Lagerplätzen mit einem Betonschlag. Beim Drusch und beim Trocknen wären die sich ausbohrenden Larven zu sammeln und zu verbrennen. Am besten wäre wohl die Begasung der gesamten Ernten z. B. mit Areginal, doch fehlen derzeit hierzu noch die geeigneten Anlagen. Es wäre außerordentlich zweckmäßig, in jenen Gebieten, in denen der Haselanbau die Haupterwerbsquelle darstellt, in allen Orten Begasungsanlagen zu errichten und die Haselnüsse gleich nach erfolgter Ernte — die meist frühzeitig erfolgt, so daß die Larven sich noch in den Nüssen befinden — zu begasen.

4. *Anisandrus dispar* F.

Zwischen Trabzon und Sürmene ist *Anisandrus dispar* im Gebiete von Arakli ein sehr beachtenswerter Schädling der Haselkulturen. Noch nie hatte ich Gelegenheit, ein derartiges Massenauftreten dieses Borkenkäfers zu beobachten, wie es hier der Fall ist. Der durch *A. dispar* verursachte Schaden übersteigt weitaus die durch den Engerling des Maikäfers in den Haselkulturen angerichteten Schäden.

Anisandrus dispar befällt stets die Äste und Stämmchen jener Haselsträucher, die durch andere Ursachen bereits eine Schwächung erfahren haben. Oberhalb der *A. dispar*-Befallsstellen sterben die Äste und Stämmchen ab, sie werden häufig an den Befallsstellen auch vom Winde geknickt.

Es ist eine Verkettung von Ursachen, die zu dem massenweisen Befall der Hasel durch *A. dispar* führt. In Kulturen, die auf guten, frischen und tiefgründigen Böden stocken und die weiter geringen Befall durch *Eriophyes avellanae* aufweisen, tritt *A. dispar* nicht abnormal häufig auf. Anders ist dies aber in jenen Kulturen, deren Haselsträucher eine Schwächung erfahren haben. Die Ursachen, die im Gebiete von Arakli zum massenweien Auftreten des *Anisandrus dispar* Veranlassung gaben, sind folgende:

[1]) Vgl. Esat Ahmed Bozkaya, Untersuchungen der landwirtschaftlichen Geräte und Anlagen in den Baumwoll-, Reis-, Mais-, Haselnuß-, Mohn- und Weinbaugebieten Anatoliens. Arbeiten a. d. Yüksek Ziraat Enstitüsü Ankara. Heft 38, 1936, S. 38.

1. Befall der Hasel durch *Eriophyes avellanae*. Die dadurch verursachte Schwächung führt zum Befall durch *A. dispar*. Der Milbenbefall muß durchaus nicht sehr stark sein, um die Hasel für den Käferbefall geeignet zu machen. Alle Umstände, die das Auftreten der Haselknospenmilbe befördern, fördern auch die Ausbreitung des Käferauftretens.

2. Haselkulturen, auf trockenen, steinigen, seichtgründigen Böden und besonders in sonnseitigen Lagen haben mehr unter dem Käfer zu leiden als Kulturen auf guten, frischen und tiefgründigen Böden.

3. Haselsträucher, deren Wurzeln durch Engerlingsfraß beschädigt sind, werden nachfolgend vom ungleichen Holzbohrer befallen.

Durch all diese Umstände wird eine Schwächung der Haselsträucher herbeigeführt und damit die günstigen Vorbedingungen für den Befall durch *Anisandrus dispar* geschaffen.

Diese Feststellungen sind ein neuerlicher Beweis dafür, daß *A. dispar* kränkelndes oder geschwächtes Material gesundem vorzieht, wie auch Escherich, Eichhoff und Schneider-Orelli feststellten[1]). Im Haselanbaugebiet von Arakli konnte nie beobachtet werden, daß der Käfer nur gesunde, vollsaftige und frohwüchsige Heister bevorzugt hätte. In der Not wird er natürlich auch solches Material angehen. Auch im Belgrader Walde bei Instanbul, fand ich den Käfer nur in unterdrückten, also geschwächten *Carpinus betulus* und *Castanea vesca*.

Anisandrus dispar ist in den Haselkulturen des Ostpontus stellenweise ein gefährlicher und gefürchteter Schädling, der durch seinen Befall viele Haselsträucher zum Absterben bringt oder durch den Befall der Äste die Haselsträucher stark verlichtet. Daß dies zu empfindlichem Rückgang der Haselnußerträge führt, ist selbstverständlich.

Die Begegnung muß alle Ursachen, die zum Kränkeln oder auch nur zu einer Schwächung der Hasel führen, ausschalten. Die notwendigen Maßnahmen der Vorbeugung und Bekämpfung ergeben sich aus den geschilderten Ursachen, die zum Befall durch *A. dispar* führen.

Energische Bekämpfung der *Eriophyes avellanae*. Bekämpfung der Engerlinge des Maikäfers. Bei der Anlage der Kulturen wird man den physiologischen Ansprüchen der Hasel Rechnung tragen, also frische, gute und tiefgründige Böden bevorzugen. In allen Haselkulturen ist eine gute Kulturpflege unerläßlich. Die Haselpflanzungen müssen jährlich genau kontrolliert werden. Diese Kontrolle muß in Kulturen auf ungünstigen Standorten besonders genau und gewissenhaft durchgeführt werden und ist jährlich öfter zu wiederholen. Alles kränkelnde Material muß aus den Haselkulturen entfernt werden. Die Bekämpfung erfolgt durch Ausschneiden und Verbrennen der befallenen Äste. Die Haselbauern erkennen alle den Befall sehr rasch an dem Austreten des Bohrmehls und an dem Vorhandensein der Einbohrlöcher des Käfers.

[1]) Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. II. Seite 636.

5. *Lymantria dispar* L.

Im Ostpontus werden die Haselkulturen mitunter sehr stark vom großen Schwammspinner befallen. Außerdem haben aber u. a. auch die Edelkastanie und die Laubpflanzen der Macchie unter *Lymantria dispar* zu leiden. Auch *Rhododendron ponticum, Azalea flava,* der Erdbeerbaum *Arbutus,* werden kahlgefressen. Dagegen wird *Prunus laurus cerasus* nie befallen.

Bei Beşik düzü, das 60 km westlich von Trabzon liegt, wurden 1938 die Haselsträucher auf einer Fläche von 5 ha durch die Raupen des großen Schwammspinners kahlgefressen.

Die Eiablage erfolgte nicht nur an die Stämmchen der Hasel, sondern auch auf Felsblöcke und große Steine.

Lymantria dispar tritt im ganzen Gebiete der anatolischen Küste des schwarzen Meeres, wie auch in den Gebieten der Bosporus-Dardanellenlandschaft auf.

6. Der Konkurrenzkampf zwischen der Hasel und der Macchie

Bei allen Betrachtungen der derzeitigen Pflanzenverbreitung in Anatolien muß man sich vor Augen halten, daß man es überall mit Stätten uralter Kulturen zu tun hat. Diese Kulturen der alten vorderasiatischen Völker müssen schon in frühen Zeiten auf das Landschaftsbild stark umformend eingewirkt haben. Die heutigen Grenzen der Pflanzenverbreitung sind daher durchaus nicht das Ergebnis einer ungestörten Entwicklung.

Es kann die Ansicht vertreten werden, daß man die Macchie, die in einem schmalen Streifen längs der Südküste des Schwarzen Meeres zu finden ist, hauptsächlich als sekundäre Macchie auffassen muß. Diese Macchie ist also nicht an allen ihren jetzigen Standorten als Glied einer natürlichen Pflanzengesellschaftsfolge und noch weniger als ein Schlußglied zu betrachten. An Stelle dieser Macchie stockte in alten Zeiten wohl vorwiegend Wald, der erst durch menschlichen Einfluß verdrängt worden ist. Noch heute findet man direkt an der Südküste des Schwarzen Meeres vielfach Waldreste, bei Trabzon und Sürmene ebensogut wie z. B. bei Ayancik.

In dem Küstenstreifen zwischen Trabzon und Sürmene sind noch kleine Bestandesreste von *Carpinus betulus* und *Alnus* zu finden. Zwischen Sürmene und Rize sind noch Bestände der *Picea orientalis* direkt an der Küste vorhanden. Mit der Verdrängung des Waldes durch den Menschen hat in diesem Gebiete die Macchie Besitz von den ehemals bewaldeten Teilen genommen und sich natürlich hier — in einem Kampfgebiet des Waldes an und für sich — behauptet.

Viele dieser Flächen, die von sekundärer Macchie bestockt waren, hat nun im Zuge der Intensivierung und Ausdehnung der Haselkultur der Mensch gerodet, bearbeitet und mit Hasel bepflanzt.

Vielfach findet man noch zwischen den Haselkulturen von Macchie bestockte Flächen, so z. B. bei der Mündung des Yamboluflusses in das

Abb. 8. Macchie. An der Mündung des Yambolu-Flusses in das Schwarze Meer. Am 1. November 1938

Schwarze Meer (Abb. 8). Auf schlechten Standorten, die sich für die Kultur nicht eignen, herrscht vielfach die Macchie. Sie setzt sich hauptsächlich zusammen aus: *Erica arborea, Cystus, Phyllirea media, Azalea flava,* dazwischen finden sich auch noch einzelne *Mespilus, Berberis, Cornus, Crataegus, Carpinus betulus* und *Alnus.*

Die Haselkulturen brauchen gute Pflege und intensive Bewirtschaftung. Wo die Kulturen (besonders wenn sie auf seichtgründigen, steinigen Böden und in trockenen Lagen stocken) vernachlässigt werden, beginnen die Elemente der Macchie einzudringen und immer mehr und mehr von der Fläche Besitz zu ergreifen. Die Macchie ist hier natürlich im Kampfe um den Besitz des Lebensraumes stärker als die Hasel und verdrängt diese, wenn der Mensch nicht eingreift. Solche Haselkulturen, die im Kampfe mit der Macchie sich selbst überlassen werden, leiden zunächst außerordentlich stark unter dem Befall durch *Eriophyes avellanae.* Nach und nach sterben die Haselsträucher ab, sie unterliegen im Konkurrenzkampf der Macchie.

Es ist daher notwendig, daß die Haselpflanzungen in den küstennahen Gebieten besonders gut gepflegt und vor dem Eindringen der Elemente der Macchie geschützt werden. Sie müssen von allen Elementen der Macchie freigehalten werden.

Auch *Rhododendron ponticum* und *Azalea flava* dringen oft in die ungepflegten Haselkulturen ein. Sehr oft findet man den wunderbar blauviolett blühenden *Rhododendron ponticum* im Konkurrenzkampfe mit der Hasel, besonders in den Gebieten zwischen Rize und Sürmene. Die Haselkulturen müssen daher auch von *Rhododendron ponticum* und von *Azalea flava* frei gehalten werden.

(Aus der Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft)

Untersuchungen über die Rübenblattwespe Athalia colibri Christ (A. spinarum F.)

Von

E. Riggert

(Mit 19 Abbildungen)

Inhalt

Seite

I. Vorbemerkung 463
II. Systematik 463
III. Gestalt und Färbung 464
1. Imago 464
2. Ei 466
3. Larve 467
4. Kokon 469
5. Eonympha und Pronympha 469
6. Puppe 470
IV. Lebensgeschichte 471
1. Material und Methodik 471
2. Die Imago 472
a) Schlüpfen, Zahlenverhältnis der Geschlechter und Flugvermögen . . . 472
b) Begattung, Eibildung und Eiablage 476
c) Brutpflanzen 481
3. Das Embryonalstadium 483
a) Entwicklungsgang 483
b) Entwicklungsdauer in Abhängigkeit von der Temperatur 484
4. Das Larvenstadium 485
a) Entwicklungsgang und Fraßbild 485
b) Anzahl der Häutungen 486
c) Entwicklungsdauer in Abhängigkeit von Nahrung und Temperatur . . 488
d) Das Abwandern in den Boden 490
5. Das Kokonstadium 491
a) Entwicklungsgang 491
b) Entwicklungsdauer des Kokon- und Puppenstadiums in Abhängigkeit von der Temperatur 493
c) Entwicklungsfähigkeit des Kokonstadiums bei verschiedener Luftfeuchtigkeit 494
6. Das Überliegen der Kokons 495

V. Der jährliche Generationszyklus 500
VI. Schadauftreten und geographische Verbreitung 502
VII. Schadbild und wirtschaftliche Bedeutung 503
VIII. Parasiten 505
1. Nematoden 505
2. Tachinen 506
3. Ichneumoniden 508
4. Chalcididen 509
5. Wirtschaftliche Bedeutung der Parasiten 509
IX. Bekämpfung 510
X. Zusammenfassung 514
XI. Schrifttum 515

I. Vorbemerkung

Die in Schleswig-Holstein seit über 30 Jahren als Schädling unbekannte Rübenblattwespe trat zu Anfang Juli 1935 auf einem Gute in der Nähe der Ostseeküste in überraschend großer Zahl auf. 1—2 ha Steckrüben wurden von den Larven kahl gefressen, eine weitere Fläche von etwa 2—3 ha zeigte mittelschweren Schaden. In den folgenden Jahren nahm der Befall in der Provinz weiterhin zu. An verschiedenen Stellen wurde über empfindliche Fraßschäden an Senf, Kohl, Steckrüben und Winterraps geklagt. Unter anderem waren z. B. an der Westküste der Provinz im Juli 1936 auf einem Acker 20 000 Wirsingkohlpflanzen restlos vernichtet worden, so daß der Acker neu bestellt werden mußte. Die Senfschläge in der Probstei, die zur Samengewinnung dienten, hatten wiederholt vorzeitig sämtliches Blattwerk verloren, wodurch Ertragsschäden bis zu 50% auftraten. Diese Schadfälle gaben Veranlassung, die Biologie und Bekämpfung der Rübenblattwespe zu überprüfen.

II. Systematik

Die wissenschaftliche Benennung der Rübenblattwespe geschah erstmalig durch J. L. Christ in seiner „Naturgeschichte, Klassifikation und Nomenklatur der Insekten“ (1791, S. 434). Wir finden sie dort unter dem Namen „Kolibri“, *Tenthredo colibri*. Wenig später hat Fabricius in seiner „Entomologia Systematica“ (1793, S. 110) die Wespe *Tenth. spinarum* genannt. Unter dieser Artbezeichnung wurde sie bis in die neueste Zeit geführt. Panzer hat die Wespe nochmals als *Thent. centifoliae* beschrieben (Faun. Insect. German. V, 1798, S. 49). Leach endlich hat 1817 die Blattwespen in Familien und Unterfamilien gegliedert und unter anderem die Gattung *Athalia* aufgestellt, in die auch die Rübenblattwespe eingereiht wurde (1817, S. 128). Somit führt die Wespe heute den Namen *Athalia colibri* Christ.

Die deutsche Bezeichnung „Rübenblattwespe“ ist wenig glücklich gewählt, da die Wespe ausschließlich an Kruziferen lebt und auf Rüben (*Beta*) nicht vorkommt.

III. Gestalt und Färbung

1. Imago

Die Rübenblattwespen sind verhältnismäßig schlanke Tiere. Ihre Körperlänge beträgt 5—9, im Mittel 6 – 8 mm. Die Schwankungen beruhen zur Hauptsache auf der unterschiedlichen Größe der Geschlechter. Die Männchen sind durchweg kleiner als die Weibchen. Es kommen aber Überschneidungen vor, so daß man aus der Größe allein nicht auf das Geschlecht schließen darf (s. Abb. 1).

Abb. 1. Rübenblattwespe

Der Körper ist gewöhnlich hellorange. In der Ruhe werden die besonders leuchtenden Farben des Abdomens durch die gefalteten Flügel verdeckt. Die Wespen sind dann von oben gesehen weniger auffällig. Ein Einfluß der Temperatur auf die Färbung der Volltiere wurde nicht beobachtet, in allen Zuchten waren die Wespen gleichmäßig gezeichnet.

Der **Kopf** ist, abgesehen von den Mundgliedmaßen, tiefschwarz. Die Antennengruben liegen dicht oberhalb des Clypeus. Die Fühler sind oben schwarz und auf der Unterseite, vor allem beim Männchen, schwach trübgelb. Sie bestehen aus 9—10 Gliedern. Der Schaft und das Wendeglied sind becherförmig. Das 3. Glied ist schmaler und länger als die anderen. Die folgenden Geißelglieder verkleinern sich nach der Spitze zu, gehen dabei aber mehr in die Breite. Das Endglied ist am breitesten und oft nur wenig kürzer als das 3. Das Mundfeld hebt sich von der

übrigen Zeichnung deutlich ab. Der Clypeus (Kopfschild) und die Mandibelflächen haben einen schwach gelben Farbton. Die Enden der Oberkiefer sind nußbraun und besitzen die Form eines scharfen Zahnes. Die Oberlippe (labrum) ist gelb, mehr oder weniger quadratisch, dabei vorne abgerundet. Die Taster der ersten Maxille haben 6, die der Unterlippe (2. Maxille) 4 Glieder. Mit Ausnahme dieser Endglieder (1. Maxille 4 Glieder, 2. Maxille 3 Glieder), die gelb gezeichnet sind, variieren die einzelnen Teile der Maxillen in der Färbung von hellgrau bis tiefschwarz.

Die Färbung der Brust dient als wichtigstes Artkennzeichen der Rübenblattwespe. Das Pronotum, die Mittellappen des Mesonotums und das Schildchen sind rotgelb, während die Seitenlappen der Mittelbrust tiefschwarz erscheinen. Die Mesopleuren sind wieder hell rotgelb und bilden damit den Übergang zum mehr gelblichen Ton des Abdomens. Außer dem Hinterschildchen, das in der Färbung dem Schildchen gleicht, besitzt auch das Metanotum einen mehr oder weniger schwarzen Farbton.

Die **Flügel** sind breit und von zahlreichen Adern durchzogen, die wichtige Gattungsmerkmale darstellen (Vorderflügel: 4 Cubitalzellen, Radialzelle durch Quernerv geteilt, Basalnerv mündet im Ursprung des Cubitus oder nahe davor. Hinterflügel: 2 geschlossene Mittelzellen). Sie sind dünnhäutig und vor allem nach dem Körper zu rauchig-gelbbraun. Die **Beine** haben ebenfalls eine rotgelbe Färbung. Die Schenkel sind recht kräftig, die Schienbeine zarter und mit 2 scharfen Sporen versehen. Die Füße sind fünfgliederig und die unteren Enden sämtlicher Tibien und Tarsen schwarz. Beim **Abdomen** überwiegt durchweg die gelbe Tönung. Der Hinterleib ist zylindrisch, beim Männchen am hinteren Ende abgerundet und beim Weibchen zugespitzt. Die Ausbildung der letzten Hinterleibsegmente verdient besondere Beachtung. Sie besitzen wichtige systematische Unterscheidungsmerkmale und ermöglichen zum anderen eine sichere Bestimmung der Geschlechter:

Beim **Weibchen** sind alle Tergite gleichartig ausgebildet. Nur das letzte Glied zerfällt in 2 gesonderte Abschnitte: In die als Epipygium bezeichneten Seitenplatten mit einem schmalen Verbindungsstreifen über den Rücken und das sogenannte Analsegment mit zwei kurzen, behaarten Analtastern (s. Abb. 2). Auf der ventralen Seite interessiert neben dem Hypopygium, das in der Systematik der Blattwespen von großer Bedeutung ist, vor allem die Legevorrichtung. Sie ist zu einem Sägeapparat geformt und besteht aus 2 Sägeblättern und der in 2 Seitenspalten gegliederten Sägescheide. Diese Seitenspalten tragen zahlreiche Borsten und Haare und sind bei der Rübenblattwespe nach der Spitze zu tiefschwarz (s. auch Abb. 2).

Das Abdomen des **Männchens** zeigt auf dem Rücken 8 ziemlich gleichartig entwickelte Platten. Die beiden letzten Segmente sind dagegen verborgen. Bei der Präparation kann man das stark verkümmerte 10. Segment an den allerdings nur schwach ausgebildeten Analtastern leicht er-

kennen. Die Sternite von 2—7 sind normal gestaltet. Die dann folgende große, ovale Platte, auch vielfach Genitalplatte genannt, bildet das Endglied des Hinterleibes. Sie trägt die männlichen Genitalien und auch die Geschlechtsanhänge in Form von äußeren und inneren Haltezangen (s. Abb. 2).

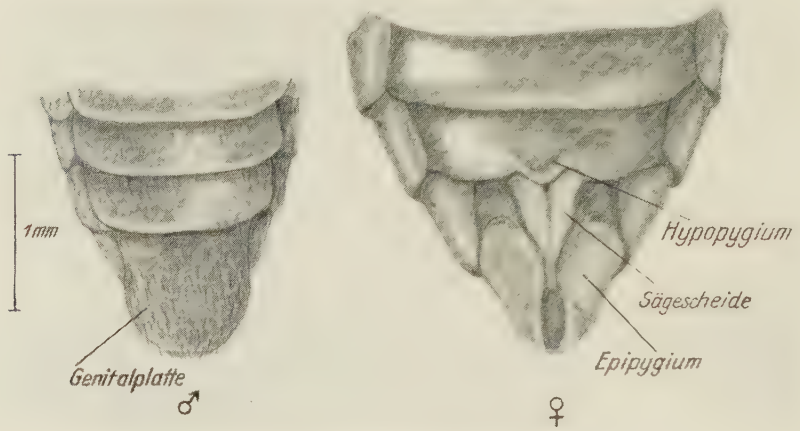


Abb. 2. Ventralansicht von *A. colibri*

2. Ei

Die sehr weichen Eier sind bei der Eiablage weißlich gelb. Infolge ihrer glatten, glänzenden, durchsichtigen Haut geben sie auch später die geringen Farbveränderungen des Eiplasmas wieder, wie sich überhaupt die einzelnen Phasen der Embryonalentwicklung bei Aufzucht in feuchter Kammer gut beobachten lassen. Kurz vor dem Schlüpfakt heben sich die Eitaschen als dunkle Flecke am Blattrande heraus, da die schmutzig-graue Färbung der schlüpfreifen Larven auch durch die zarte Epidermis der Blätter sichtbar wird.

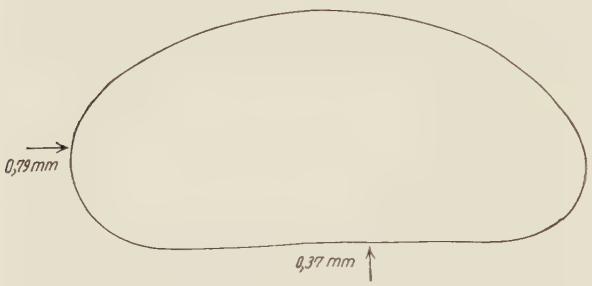


Abb. 3. Ei von *A. colibri*

Die frisch abgelegten Eier sind bohnenförmig (s. Abb. 3). Sie sind im Durchschnitt 0,42 mm breit (Schwankungen von 0,38—0,47 mm) und 0,84 mm lang (Schwankungen von 0,78—0,87 mm). Im Laufe der Embryonalentwicklung werden die Eier infolge von Wasseraufnahme größer, verändern ihre Gestalt aber nur wenig (s. auch S. 483).

3. Larve

Eine ausführliche Beschreibung der Morphologie der einzelnen Larvenstadien erscheint nicht notwendig, da Verwechselungen am gleichen Fraßort mit anderen Raupen kaum möglich sind. Zur Charakterisierung des Schädlings dürfte daher die Aufzählung der wichtigsten Kennzeichen genügen.

Die Tiere besitzen die allgemeinen Merkmale der Blattwespenlarven. Am Kopf befinden sich zwei kleine Punktaugen, die von einem schwarzen Augenfeld umgeben sind. Diese Flächen heben sich jedoch nur bei frisch gehäuteten Larven von den sonst ebenfalls schwarz gezeichneten Scheitelplatten des Kopfes ab. Dicht unterhalb der Augen liegen die Fühler. Sie haben die Form eines spitzen Kegels und setzen sich aus vier undeutlich abgegrenzten Teilen zusammen. Der Körper gliedert sich in 3 Thorakal- und 10 Abdominalsegmente. Jeder Brustring hat ein Paar Beine, die verhältnismäßig breitspurig getragen werden. An den meisten Hinterleibssegmenten (2. bis 8. Glied) sitzen die sogenannten After- oder Scheinfüße, denen im Gegensatz zu den Bauchfüßen der Schmetterlingsraupen jegliche Borsten und Häkchen fehlen. Die Nachschieber des letzten Segmentes sind ungefärbt und miteinander verschmolzen. Die Haut der Larven zeigt ringförmige Falten. Sie ist völlig unbehaart.

Sämtliche Freßstadien sind schlank und zylindrisch geformt. Gegen das hintere Ende verjüngt sich der Körper ein wenig. Abgesehen von der frisch geschlüpften Raupe, bei der die Breite des Körpers vom Kopf bis zum letzten Segment gleichmäßig abnimmt, besitzen die Brustabschnitte stets den größten Umfang. Der Kopf ist wesentlich schmaler und in der Ruhe oft durch Vorwölbung des Thorax mehr oder weniger eingezogen. Mit fortschreitender Entwicklung wächst die Larve beträchtlich heran. Die anfangs nur 2 bis 2,5 mm großen Afterraupen messen gegen Ende des Reifungsfraßes im Durchschnitt 14—16 mm. Dabei durchlaufen die Larven der Rübenblattwespe fünf verschiedene Freßstadien, die sich durch die Breite der Kopfkapsel deutlich unterscheiden (s. Tabelle 1).

Tabelle 1

Kopfbreite der Larven von *A. colibri*

Stadium	Kopfbreite in mm	Wachstumsfaktor in mm	Anzahl der Versuchstiere
I.	0,39—**0,42**—0,46		16
II.	0,52—**0,58**—0,63	0,72	19
III.	0,74—**0,8** – 0,92	0,72	18
IV.	1 —**1,09**—1,2	0,73	16
V.	1,2 —**1,39**—1,5	0,78	14

Die Färbung der Larve ändert sich während der Fraßperiode bei jedem Hautwechsel. Das Eiräupchen ist zunächst durchsichtig hellgrau

und paßt sich dem Untergrund gut an. Der Kopf ist schon im ersten Stadium schwarzglänzend. Nach Aufnahme von Nahrung geben die gründurchschimmernden, im Darm befindlichen Pflanzenbestandteile den Tieren eine noch bessere Schutzfärbung. Die Larven sind zu dieser Zeit selbst für das geübte Auge nicht immer leicht auffindbar. Auch nach der ersten Häutung besitzen sie noch eine wenig auffallende Zeichnung. Oft lassen sie auf dem Rücken einen schwach gezeichneten Längsstreifen, das Rückengefäß, erkennen. Im dritten Stadium wird die Hautfarbe beim Größerwerden der Tiere auffallend dunkel. Die Körperzeichnung deutet bereits mehrere unterschiedlich gefärbte Bänder an, die sich über alle Segmente gleichmäßig hinziehen, sich aber erst bei einem weiteren Hautwechsel kräftiger abheben. Im vierten und fünften Freßstadium überwiegt bei weitem der blauschwarze Farbton. Vom Praktiker, der in der Regel nur die älteren Stadien kennt, werden die Larven der Rübenblattwespe daher durchweg als „schwarze Raupen" bezeichnet. Bei genauer Betrachtung unterscheiden wir jedoch eine obere dunkle und eine untere wesentlich heller getönte Körperhälfte. Die Oberseite mit einer besonders dunkel gezeichneten medianen Rückenlinie wird zu beiden Seiten durch einen kräftigen, schwarzen Streifen begrenzt. Hier schließt sich die ventrale Körperhälfte mit einem auffällig hellgrauen Band an, dessen Mitte ungefähr in Höhe der Stigmen liegt. Darauf folgt ein schwarz getönter Streifen von gleicher Breite und diesem wiederum ein hellgraues Band, das sich aber zur Hauptsache auf die Fußansätze beschränkt (s. Abb. 4). Die Unterseite der Larve endlich ist grauschwarz.

Die Hautfarbe der Larve variiert je nach den Außenbedingungen. Im Freilande ist gegen Ende der Fraßperiode im Sommer wie im Herbst die Oberseite zwar immer tiefschwarz, doch war in Zuchträumen bei höheren Temperaturen stets

Abb. 4. Altlarve von *A. colibri* im Freßstadium

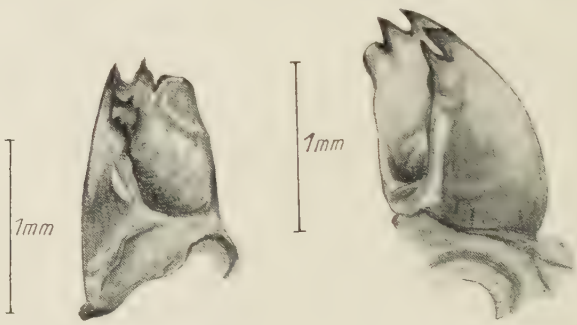


Abb. 5. Mandibeln von einer Altlarve im 5. Freßstadium (Zähne: scharf; Flächen: stark gewölbt)

eine Aufhellung zu beobachten. In Thermostaten bei 28° C z. B. blieb das Nachdunkeln der Tiere und die Schwarzfärbung sogar vollkommen aus.

Nach Beendigung der Fraßperiode häutet sich die Larve nochmals. In diesem Einspinnstadium ändert sie ihr Aussehen vollständig. Die Grundfarbe wird im Freiland graublau. Die Kopfkapsel ist nicht mehr wie bei der fressenden Larve tiefschwarz, und auch den Brust- und Bauchfüßen fehlt der dunkle Farbton. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal stellen die Mandibeln dar, die in der Form sehr verschieden sind (s. Abb. 5 u. 6).

Abb. 6. Mandibeln von einer Altlarve im Einspinnstadium (Zähne: stumpf; Flächen: schwach gewölbt)

4. Kokon

Der Kokon ist oval und besteht aus seidenartigen Fäden, die der Innenwand einen Silberglanz verleihen. Auf der Außenseite sind zahllose Bodenteilchen und Steinchen mit dem Gespinst fest verkittet, so daß die recht kräftig gebauten Kokons sich der Umgebung anpassen. Die Größe variiert zwischen 7 und 11 mm. Im allgemeinen sind die Kokons der Weibchen größer als die der Männchen (s. Abb. 7).

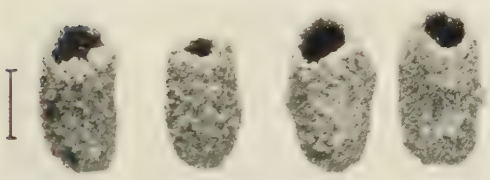


Abb. 7. Von Rübenblattwespen verlassene Kokons

5. Eonympha und Pronympha

Vom Einspinnen der Larven bis zur Ausbildung der Puppe unterscheiden wir in dem Entwicklungsverlauf der Wespe noch zwei weitere Abschnitte: das sogenannte Eonympha- und Pronymphastadium (vgl. Eliescu 1932, S. 191).

Die **Eonympha** bildet sich bald nach Anfertigung des Kokons. Sie hat äußerlich den Larvencharakter behalten, zeigt aber mehrere kleine Veränderungen. Der Körper ist stark geschrumpft und besitzt zahlreiche Faltungen, die sich gleichmäßig auf das ganze Tier verteilen. Auch die Afterfüße sind bis auf kleine Hautwülste zurückgebildet. Die Beweglichkeit ist stark herabgesetzt. In der Regel liegen die Tiere gekrümmt, ohne

sich zu rühren, so daß sie den Raum im Kokon während dieser Periode nur zur Hälfte füllen.

Die **Pronympha** unterscheidet sich von der Eonympha am auffälligsten in der Körperhaltung. Sie beansprucht nämlich durch Aufrichten des Körpers wieder die gesamte Länge des Hohlraums

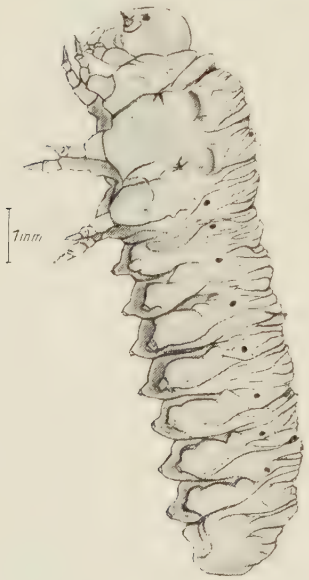


Abb. 8. Pronympha von *A. colibri* (frühes Stadium)

Abb. 9. Pronympha (*a*) Körper stark verkürzt aber gestreckt und Afterfüße geschrumpft im Vergleich zum Einspinnstadium (*b*)

der Schutzhülle. In dieser gestreckten Lage hebt sich auch der Kopf von den Brustsegmenten gut ab (s. Abb. 8 u. 9). Mit fortschreitender Entwicklung lassen sich dann an der Pronympha weitere Veränderungen beobachten. So verschieben sich z. B. die Hautfalten allmählich zum hinteren Ende des Körpers. Am Thorax strafft sich dagegen die Haut besonders auf dem Rücken und läßt schon die graugrünen Puppenorgane durchscheinen. Die anfangs schwarzen Augen und Fühler werden später glashell.

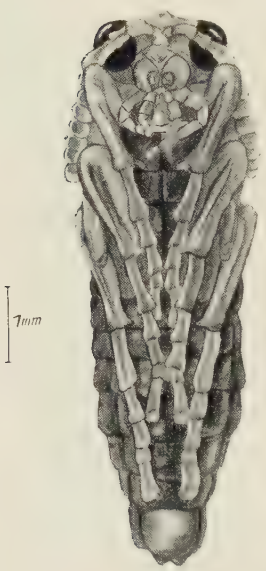


Abb. 10. Puppe von *A. colibri* (♂)

6. Puppe

Die Puppe zeigt bereits die Form und Körpereinteilung der Wespe. Es ist eine gemeißelte Puppe, bei der die Gliedmaßen auf der ventralen Seite dem Körper frei anliegen. Weitere Einzelheiten über die Lage der Extremitäten bringt Abb. 10. Die letzten Hinterleibsegmente verdienen noch insofern hervorgehoben zu werden, als sie in

ähnlicher Art, wie bereits für die Volltiere beschrieben wurde (s. Abb. 2), das Geschlecht der Puppen anzeigen.

Die Färbung der Puppe ist weniger charakteristisch, da sie sich bis zur Ausbildung des Farbtones frisch geschlüpfter Wespen fortwährend ändert. Kurz nach der Häutung sind sämtliche Extremitäten glashell, der Thorax graugelb und das Abdomen graugrün. Zuerst verfärben sich die Augen über rotbraun nach tiefschwarz. Gleichzeitig werden die Spitzen der Mandibeln nußbraun. Darauf beginnen die später schwarz gezeichneten Teile des Kopfes (Scheitelplatten und Schläfen) und der Brust (Seitenlappen des Mesonotums) mit dem Farbwechsel. Erst gegen Ende der Puppenruhe, wenn bereits Kopf, Brust und Hinterleib ausgefärbt sind, erhalten auch die Fühler und Füße ihre endgültige Zeichnung.

IV. Lebensgeschichte

1. Material und Methodik

Das Ausgangsmaterial zu der vorliegenden Arbeit lieferten ausgewachsene Raupen, die zu verschiedenen Zeiten aus dem Freilande eingetragen waren. Die Larven hatten im Laboratorium durchweg in 1—2 Tagen ihre Fraßperiode beendet und begannen sogleich, sich in mäßig feuchtem Boden einzuspinnen. Die Kokons wurden nach einigen Tagen aus dem durchgesiebten Boden herausgesucht und auf feuchtem Filtrierpapier in Petri- oder Neubauerschalen aufbewahrt. Das Schlüpfen der Wespen ließ sich auf diese Weise leicht kontrollieren. Die Zuchten gaben zugleich einen Überblick über die Parasitierung und das Geschlechterverhältnis.

Die aus den Kokons schlüpfenden Wespen ließen sich leicht weiterzüchten. Die Tiere wurden zu diesem Zwecke in kleine Hohlzylinder (Durchmesser 10 cm, Höhe 20 cm) gebracht, die oben mit Gaze verschlossen waren und auf Glasplatten standen. Als Nahrung erhielten die Wespen Zuckerwasser in einem Wattebausch, der auf dem Gazeverschluß lag. Zur Eiablage wurden kleine Raps-, Kohl- oder Senfblätter gereicht, die in wassergefüllten Röhrchen standen. Die belegten Blätter wurden in Petrischalen auf recht feuchtem Filtrierpapier gehalten, um das Eintrocknen zu verhindern. Kurz vor dem Schlüpfen der Larven mußten sie auf mäßig feuchtes Papier umgelegt werden, da sich die Junglarven gegen Nässe empfindlich zeigten. Die Aufzucht war auch weiterhin nicht schwierig, sobald man für Sauberkeit (tägliches Entfernen von Kot und Nahrungsresten, Erneuern des Filtrierpapiers) sorgte und vor allem die jungen Tiere möglichst unberührt ließ. Um die empfindlichen Eiräupchen beim Umsetzen für Serienversuche nicht zu beschädigen, wurden die Larven mit kleinen Blatteilen übertragen, so daß das Überwandern auf die neue Nahrung von den Larven selbständig geschah. Die Wahl des Futters war bei der Aufzucht von untergeordneter Bedeutung. Die Larven fraßen

Raps-, Rübsen-, Kohl-, Steckrüben- und Senfblätter ohne Unterschied. Gelegentlich wurde bei Futtermangel sogar innerhalb einer Fraßperiode mit der Futterpflanze gewechselt, ohne daß sich bei der Aufzucht irgendwelche Schäden zeigten. In den Serienversuchen, die in mehreren Wiederholungen liefen, wurden die Tiere in Einzelzucht gehalten. Die Versuche gelangten nicht zur Auswertung, sofern nicht mindestens 80% der Larven durchgezogen werden konnten. Für Untersuchungen über die Temperaturabhängigkeit der Entwicklungsdauer der Jugendstadien wurden zum Teil Wärmezellen benutzt, die nur geringe Schwankungen zeigten.

2. Die Imago

a) Schlüpfen, Zahlenverhältnis der Geschlechter und Flugvermögen

Die Verwandlung der Rübenblattwespenlarve zum Vollkerf erfolgt in dem auf S. 469 beschriebenen, im Boden ruhenden Erdkokon. Beim **Schlüpfen,** d. h. beim Verlassen des Kokons, sind die Wespen bereits vollkommen entwickelt. Ihre Flügel sind entfaltet, die Beine und der gesamte Körper erhärtet, so daß die Tiere sofort von ihren Flügeln Gebrauch machen können. Immer wieder konnte beobachtet werden, wie die Wespen in den Zuchten bald nach dem Erscheinen sich zur Nahrungssuche erhoben. Wie die meisten Taginsekten schlüpfen die Rübenblattwespen vorwiegend in den Morgenstunden, nur vereinzelte Stücke erschienen noch am Nachmittag.

Das **Geschlechterverhältnis** der Blattwespen verdient besonders hervorgehoben zu werden. Es ist bekannt, daß die Individuenzahl wie auch der Weibchenanteil bei vielen Insektenarten nicht konstant ist, sondern vielmehr Schwankungen unterliegt, die sich aus Verschiebungen der inneren (z. B. Fortpflanzungsenergie) wie auch der äußeren Faktoren (biotischer und abiotischer Art) ergeben. Während man normalerweise ein Verhältnis der Geschlechter von annähernd 1 : 1 beobachtet, weichen viele Blattwespenarten hiervon insofern ab, als in der Regel die Weibchen zahlenmäßig erheblich überwiegen. Bei einigen Arten sind die Männchen derart selten, daß wir sie erst aus jüngster Zeit kennen.

Curtis (1860, S. 45 und 46) fand in England bei selbstgezogenen Rübenblattwespen die männlichen Tiere bei weitem in der Überzahl. Auf ein Weibchen entfielen 6 Männchen. Im Freilande war das Ergebnis aber nahezu umgekehrt. Dort kamen auf 15 Weibchen nur 3 Männchen. Torka (1928, S. 47) fand in Oberschlesien unter mehr als 80 Wespen nur 4 Männchen, und auch Martelli (1932, S. 326) zog aus im Herbst 1930 eingetragenen Kokons 15 ♂ und 116 ♀.

Während meiner Untersuchungen bot sich hinreichend Gelegenheit, das Schlüpfen der Wespen zu studieren. Bereits beim ersten Auftreten der Rübenblattwespen auf Steckrüben im Juli 1935 konnten, als die Abwanderung der Afterraupen einsetzte, zahlreiche nahezu verpuppungsreife

Altlarven eingetragen werden. Sie wurden im Laboratorium bis zum Einspinnen gefüttert und die Kokons später in einer Neubauerschale auf täglich angefeuchtetem Filtrierpapier gehalten. Das Schlüpfen begann bereits Ende Juli (30.), erreichte nach ein paar Tagen (3. August) seinen Höhepunkt und war gegen Mitte August (12.) beendet, dauerte also 14 Tage. Insgesamt wurden 8 Männchen und 167 Weibchen gezogen. Der Inhalt der restlichen 29 Kokons, aus denen bis zum 17. August keine Wespen erschienen, war in 28 Fällen abgestorben; nur in einer Hülle befand sich noch eine gesunde Larve im Eonymphastadium.

Vor allem interessiert aber das Geschlechterverhältnis der geschlüpften Wespen. Die geringe Anzahl der männlichen Tiere (8 ♂ und 167 ♀) mag überraschen, bestätigt aber annähernd die Angaben von Torka und Martelli und zeigt im übrigen in einem weiteren Beispiel den eigenartigen Sexualindex der Blattwespen. Im Herbst 1935 wie auch im folgenden Jahre wurde weiteres Altlarvenmaterial gesammelt, um ein Bild von der Verteilung der Geschlechter in den einzelnen Generationen zu erhalten. Der Zeitpunkt des Eintragens der Larven spielte hierbei eine mehr untergeordnete Rolle, da die „männlichen" wie auch die „weiblichen" Larven nach Untersuchungen im Laboratorium eine gleich lange Fraßperiode durchlaufen (vgl. S. 488). Sämtliche Kulturen brachten als Ergebnis, daß die Weibchen an Zahl stets bei weitem überwiegen (s. Tabelle 2). Der Prozentsatz an Männchen schwankte zwischen 4,5 u. 34 und betrug im Durchschnitt 12,3.

Der hohe Weibchenanteil in allen Jahren ist um so auffälliger, als die Parthenogenese, die bei Blattwespen stark verbreitet ist, auch bei *Athalia colibri* vorkommt und ausschließlich Männchen hervorbringt, während sich die Weibchen in zahlreichen Zuchten nur aus befruchteten Eiern entwickelten. Insgesamt konnten 171 Männchen und 0 Weibchen aus unbefruchteten Eiern gezogen werden. Die entsprechenden Versuche mit begatteten Wespen ergaben 42 Männchen und 212 Weibchen. Der hohe Männchenanteil von 16,5% darf nicht überraschen, da auch die Männchen von solchen Tieren stammen können, die unbegattet blieben.

Um zu erfahren, wie die Geschlechterverteilung bei wiederholter Eiablage kopulierter Wespen verläuft, wurden gegen Ende der Vegetationsperiode mehrere Weibchen nach Begattung in Einzelzuchten gehalten und ihnen in Abständen von 2 Tagen Pflanzen zur Eiablage angeboten. Die Aufzucht der Wespen geschah nach Gelegen getrennt. Die Untersuchungen vermögen das Problem nur zum Teil zu lösen. Augenscheinlich sagten zu dieser Zeit den Wespen die Verhältnisse im Laboratorium nicht sonderlich zu. So war z. B. die Zahl der abgelegten Eier gering. In einigen Fällen blieben die Weibchen trotz wiederholter Kopulationsversuche unbegattet. Ihre Nachkommen bestanden jedenfalls nur aus Männchen. Aber auch bei den begatteten Tieren war, wie Tabelle 3 zeigt, mit Ausnahme von Nr. 3 der Männchenanteil anormal hoch. Die Kopula verlief vermut-

Tabelle 2

Das Schlüpfen der Wespen

Altlarven eingetragen	Herkunft	Schlüpfzeit der Wespen	Anzahl d. Wespen ♂	Anzahl d. Wespen ♀	Parasiten	Bemerkungen
Juli 1935	Hohenlieth	30. 7.—17. 8 35	8	167	—	28 Kokons abgestorb.
Ende Aug. 1935	Eckhof	13. 5.—21. 6. 36	21	160	11 Tachinen 8 Ichneumoniden	46 Kokons abgestorb. und 2 gesunde Puppen am 6. 7. festgestellt.
Ende Aug. 1935	Altenhof	18. 6.— 3. 7. 36	33	63	2 Tachinen	1 ♂ und 3 ♀ Oktober 1935. 17 Kokons abgestorb. 1 ♀ am 31. 5. 1937 und 1 ♀ am 7. 6. 1937 geschlüpft.
Juli 1936	Lutterbek	Juli—August 37	218	1590	7 Tachinen 142 Mermethiden	
September 1936	Kitzeberg	24. 5.—14. 6. 37	10	73	4 Tachinen 1 Chalcidier 3 Ichneumoniden	Viele Tiere entkommen.
		Summe:	290	2053		

lich auch hier unnatürlich. Mit Sicherheit läßt sich einstweilen nur sagen, daß die Weibchen auch nach der Spermienübertragung männliche Nachkommen hervorbringen können. Durchweg waren aber in den ersten Gelegen die Weibchen in der Überzahl (s. Tabelle 3, Nr. 1 und 3). Die Männchen nahmen zahlenmäßig erst gegen Ende der Legeperiode zu. Es ist freilich denkbar, daß auch hier die Umweltbedingungen, die, wie wir es von anderen Insekten wissen, die Geschlechterverteilung oft weitgehend

Tabelle 3

Geschlechterverteilung in Einzelzuchten bei begatteten Weibchen

Nr.	1. Eiablage		2. Eiablage		3. Eiablage		4. Eiablage		5 Eiablage	1.—5. Eiablage	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♂	♀
1	1	5	—	5	6	7	1	—	—	8	17
2	4	6	1	1	4	—	3	—	4	16	7
3	—	7	1	4	1	28	—	—	—	2	39
4	—	3	19	2	7	—	7	1	—	33	6
1—4	5	21	21	12	18	35	11	1	4	59	69

beeinflussen können, das anormale Zahlenverhältnis (den hohen Männchenanteil) bewirkt haben.

Zur Erhaltung der Art ist bei der Rübenblattwespe eine Begattung der Weibchen notwendig. Im anderen Falle würden die Tiere bereits in der folgenden Generation aussterben. Diese Tatsache erscheint bei dem geringen Männchenanteil im Frühsommer besonders wichtig. Es war nun auf Grund obiger Beobachtungen bereits in der folgenden Generation eine wesentliche Verschiebung des Geschlechterverhältnisses zugunsten der männlichen Tiere zu erwarten. Der Sexualindex änderte sich aber, wie erwähnt, im Herbst nicht. Das Überwiegen der Weibchen dürfte somit, da sich die Erhebungen über mehrere Jahre erstrecken, für die Rübenblattwespe die Norm darstellen.

Diese Erscheinungen werden aus der unterschiedlichen **Flugfreudigkeit** der beiden Geschlechter verständlich: Im allgemeinen gelten die Blattwespen als träge Flieger, die in ihrer Flugfähigkeit vielen Insekten nachstehen. Einige Arten scheinen hiervon aber ausgenommen zu sein. Natürlich ist die Rübenblattwespe, wie die Mehrzahl der Kaltblüter, bei kühler Witterung flugunlustig. An warmen Tagen zeigten sich die Tiere aber wesentlich munterer. Die Weibchen liefen dann, mit ihren Fühlern die Ränder der Blätter abtastend, unstet auf und ab, während die Männchen von Pflanze zu Pflanze flogen und wiederholt kopulierten. Um ein Bild von der Verteilung der Geschlechter während der Flugzeit zu gewinnen, wurden Einheitsfänge (50 Fangschläge mit einem Fangnetz von 1 m Bügelumfang) auf den Feldern durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 niedergelegt.

Tabelle 4

Fangergebnisse von Rübenblattwespen

Datum	Ort	Anzahl der gefangenen	
		♂	♀
12. 8. 1935	Hohenlieth (am Knick)	33	6
19. 8. 1935	Altenhof (auf Ausfallrübsen)	35	19
19. 8. 1935	Hohenlieth (am Knick)	7	—
20. 8. 1935	Laboe (auf Raps)	18	26
21. 8. 1935	Altenhof (auf Ausfallrübsen)	55	17
22. 8. 1935	Laboe (auf Raps)	22	1
	Insgesamt	170	69

Im Gegensatz zu den Schlüpfdaten (s. Tabelle 2) überwiegen hier mit einer Ausnahme vom 20. August in allen Fängen die Männchen an Zahl ganz beträchtlich. Sie scheinen die Weibchen an Flugfreudigkeit bei weitem zu übertreffen und bewirken dadurch, daß nahezu sämtliche Weibchen begattet werden und der hohe Weibchenanteil von Generation zu Generation erhalten bleibt.

In der spärlichen Spezialliteratur finden sich auch Aufzeichnungen über **gerichtete Massenflüge,** nach denen oft erhebliche Entfernungen überwunden werden. Nach Angaben von Curtis (1860, S. 39) sollen die Rübenblattwespen 1782 „in clouds so as to darken the air" vom Festlande her über das Meer die englische Küste erreicht haben, wo sie in solchen Mengen niedergingen, daß man sie schaufelweise hätte eintragen können. Auch in späteren Jahren hat man in England wiederholt Schwärmflüge beobachtet.

Bei den hiesigen Freilanduntersuchungen konnten häufiger Massenbewegungen ermittelt werden. Oft sahen wir an warmen Augusttagen in Höhe des Pflanzenbestandes in breiter Flugfront die Wespen schwärmen, so daß man unwillkürlich an den Wanderflug anderer Insektenarten erinnert wurde. Die Zahl der fliegenden Tiere verteilte sich dabei auf einen weiten Raum. Im Höchstfalle zählten wir auf einem Acker mit „Ausfallrübsen" in 5 Minuten 90—100 Wespen.

Derartige Wanderungen können kaum überraschen, da sie sich aus den Lebensgewohnheiten der Rübenblattwespe ergeben. Die fast stets in riesigen Mengen auf verhältnismäßig engem Raum lebenden Larven finden nach der Umwandlung zur Wespe am Geburtsort für ihre Nachkommen keine günstige Nahrung in ausreichender Menge, da diese nur zarte, junge Blätter belegen. Sie müssen sich neue Legegründe suchen. Daher blieben auch die Wespen zur Flugzeit der zweiten Generation selten längere Zeit auf den Schlägen, die im Juli unter Larvenfraß zu leiden hatten. Eine nochmalige Eiablage auf den inzwischen nachgewachsenen Pflanzen erfolgte niemals. Die Tiere verließen nach dem Schlüpfen ihre Geburtsstätten, begaben sich auf die Nahrungssuche und wurden später auf verschiedenen Raps- und Rübsenfeldern in der näheren und weiteren Umgebung wiedergefunden.

Auf derartigen Flügen, an denen männliche und weibliche Individuen teilnahmen, scheinen die Rübenblattwespen, wie bereits Curtis berichtet, vorwiegend dem Winde zu folgen. So wurden am Knick eines Rapsschlages bei Laboe am 22. August 1935 in 2 Minuten 26 Tiere, die mit dem Winde kamen, und nur 3 gegen den Wind fliegende Wespen gezählt. Auch von einem Steckrübenschlag, der im Juli 1935 von zahllosen Larven besiedelt war, scheinen die Wespen im Herbst mehr mit den zur Flugzeit der Tiere vorherrschenden westlichen Winden gezogen zu sein. Die neuen Legegründe lagen jedenfalls rund 2—3 km nord-nordöstlich von dem Schadort im Juli, während auf den in süd- bis westlicher Richtung gelegenen Ölsaaten nur ganz vereinzelt einige Wespen vorhanden waren.

b) Begattung

Die Rübenblattwespen beginnen schon am Schlüpftage mit der Begattung. Bei warmer Witterung findet man zu jeder Tageszeit kopulierende Tiere. Das Männchen verfolgt unentwegt seine Partnerin, betastet sie mit

den Fühlern und bemächtigt sich des Weibchens durch kurze, schnelle Flugbewegungen. Während der Paarung sind die Tiere voneinander abgewandt, so daß sie sich nur mit dem Hinterleibsende berühren. Die Flügel des Männchens sind in dieser Stellung ein wenig gespreizt. Gegen Ende der Kopula, die durchschnittlich 1—2 Minuten dauert, werden die Wespen unruhig und trennen sich, indem sie nach entgegengesetzter Richtung ziehen.

Einer wiederholten Begattung weichen die Weibchen im allgemeinen aus. Gelegentlich kommt jedoch eine zweite Kopula vor. Die zahlenmäßig unterlegenen Männchen versuchen ihre Minderzahl durch erhöhte Tätigkeit auszugleichen. So befruchteten 2 ♂ in ungefähr einer Stunde 8 ♀. In einer anderen Zucht kopulierte 1 Männchen innerhalb weniger Minuten mit 3 Weibchen. Derartige Fälle ließen sich in den Kulturen immer wieder beobachten und erklären, wie der hohe Weibchenanteil von Generation zu Generation erhalten bleibt (vgl. auf S. 473).

Eibildung

Die Ovarien frisch geschlüpfter Weibchen enthalten noch keine legereifen Eier; sie wachsen aber schnell heran. Die Präovipositionsperiode ist von äußeren Faktoren, vor allem von Temperatur und Nahrung abhängig. Bei günstiger Ernährung (Zuckerwasser) und mittlerer Wärme von 20° C begannen die Weibchen in den Zuchten häufig bereits nach 3 Tagen mit der Legetätigkeit. Im Freilande dürften je nach der Jahreszeit 4—7 Tage vergehen.

Um den **Einfluß der Nahrung** auf die Reifung der Eier genauer zu ermitteln, wurden frisch geschlüpfte Wespen verschiedenartig gefüttert, wie es Tabelle 5 anzeigt. Die zur Eiablage beigegebenen Blätter wurden täglich erneuert und mittels einer Lupe auf Eier untersucht.

Tabelle 5. Eiablage und Lebensdauer von *Athalia colibri* im Laboratorium bei 17—22° C

Nr.	Ernährung	Anzahl der Versuchstiere	Anzahl der abgelegten Eier	Eiablage nach Tagen	Lebensdauer in Tagen
1	Hunger + Durst	5 ♀	0	0	2— 8
2	Steckrübenblatt	3 ♀	0	0	5— 8
3	Rübenblatt + Radiesblüten	10 ♀	rund 10	6	3—10
4	Rübenblatt + Radiesblüten	2 ♂ + 8 ♀	rund 20	5	6—10
5	Rübenblatt + Blüten (Daucus carota)	5 ♀	4	6	6— 9
6	Rapsblatt	8 ♀	23	10	5—18
7	Rübenblatt + Zuckerwasser	10 ♀	371	5	8—20
8	Rübenblatt + Zuckerwasser	2 ♂ + 8 ♀	rund 327	3	5—28
9	Rübenblatt + Zuckerwasser	10 ♀	354	4	3—24
10	Rübenblatt + Radiesblüten + Zuckerwasser	5 ♀ in Einzelz.	334	5	17—25

Bei der Hunger- und Durstkontrolle starben die Wespen innerhalb von 2—8 Tagen. Die Präparation der toten Weibchen zeigte bestenfalls den Beginn einer Dotterablagerung in den Ovarien. Legereife Eier wurden hier nie gefunden.

Die Versuche mit Steckrübenblättern ohne zusätzliche Nahrung verliefen ebenfalls negativ. Die Pflanzen blieben stets unbelegt. Wurden jedoch Blüten hinzugefügt, so vermochten die Wespen einige Eier auszubilden und abzulegen. Die Zahl der völlig gereiften Eier blieb aber, wie die Präparationen ergaben, stets gering. Die Lebensdauer der Tiere erhöhte sich eigenartigerweise in diesen Versuchen kaum.

Ähnliche Ergebnisse wurden erzielt, wenn den Wespen junge Rapspflanzen ohne Beigabe von Blüten geboten wurden. In allen Wiederholungen hatten die Weibchen Eier abgelegt. Ihre Zahl blieb aber auch hier bei verlängerter Reifungsperiode gering. Mehrere Tiere blieben jedoch wesentlich länger am Leben als in den Versuchen mit Blütennahrung.

Ein schnelles und in den einzelnen Ovariolen gleichmäßiges Reifen der Eier wurde nur dann erzielt, wenn den Wespen Zuckerwasser zur Verfügung stand. Die Legetätigkeit setzte unter diesen Bedingungen bereits nach ein paar Tagen kräftig ein, und die Gesamtzahl der abgelegten Eier hatte in allen Parallelversuchen ganz bedeutend zugenommen. Auch das Lebensalter der Wespen nahm bei dieser Ernährung im Durchschnitt wesentlich zu, wenngleich einige Stücke, wie in den übrigen Zuchten, ohne sichtbaren Grund frühzeitig eingingen.

Die Versuche lassen erkennen, daß die Wespen zur Fortpflanzung Nahrung benötigen und bei Zugabe von Zuckerwasser in wenigen Tagen reife Eier entwickeln. Im Freilande werden die Tiere ihre Nahrung auf blühenden Unkräutern, Kruziferen und Umbelliferen finden, wo man sie oft in großer Zahl beobachten kann.

Die Zahl der entwickelten Eier im Muttertier schwankt und richtet sich weitgehend nach der Menge der vorhandenen Eischläuche. Diese variieren je Weibchen bei einem Mittelwert von 13—16 zwischen 10 und 18. In den Schläuchen beginnen gleichzeitig mehrere Eier zu reifen, jedoch eilen die zuerst gebildeten den folgenden stets in der Entwicklung voraus.

Eiablage

Die **Gesamtzahl der Eier,** die ein Weibchen abzulegen vermag, wird von Curtis (1860, S. 47) recht hoch mit 250—300 Stück angegeben. Martelli (1932, S. 321) erhielt in Einzelzuchten 85—115 Eier je Weibchen. In meinen Laboratoriumsversuchen schwankte die Eizahl bei isoliert gehaltenen, unbegatteten Weibchen zwischen 28 und 102, wie Tabelle 6 angibt. Meine Befunde stimmen also annähernd mit den Ergebnissen von Martelli überein. Abweichungen wie beim 5. Weibchen werden stets auftreten, da sich die Insekten allgemein in den Zuchten nicht einheitlich verhalten.

Tabelle 6

Eiablage unbegatteter Weibchen in Einzelzuchten

	1. ♀	2. ♀	3. ♀	4. ♀	5. ♀	Summe
1.—5 Tag	0	0	0	0	0	0
6. „	4	13	2	0	2	21
7. „	3	3	7	0	0	13
8. „	—	—	—	—	—	—
9. „	21	6	31	0	7	65
10. „	13	4	14	0	5	36
11. „	7	11	8	0	0	26
12. „	0	0	0	18	1	19
13. „	8	0	0	0	0	8
14. „	15	4	9	29	1	58
15. „	—	—	—	—	—	—
16. „	27	13	5	13	3	61
17. „	0	0	0	0	0	0
18. „	4	6 +	+	3	2	15
19. „	0			0	0	0
20. „	0			0	0	0
21. „	0			5	5	10
22. „	—			—	—	—
23. „	0			+	0	0
24. „	+				2	2
25. „						
26. „					+	0
Summe	102	60	76	68	28	334

Die Kulturen standen im Laboratorium; Radiesblüten und Zuckerwasser wurden den Tieren als Nahrung beigegeben.

Über die Legetätigkeit der Wespen im Freilande geben uns diese durch künstliche Verhältnisse erlangten Daten keinen Anhalt. Bei Präparation der vom Felde eingetragenen Weibchen wurden im Durchschnitt 20—30, aber nie mehr als 51 legereife Eier gezählt. In den weitaus häufigsten Fällen hatten allerdings die Tiere bereits mit der Legetätigkeit begonnen und schon Eier abgesetzt. Die Gesamtzahl der abgelegten Eier wird vermutlich schwanken und sich sehr nach der Lebensdauer der Wespen richten, die wiederum von den Wetterverhältnissen abhängig ist. Die ausgereiften Eier werden anscheinend nur selten auf einmal restlos abgesetzt. Von 28 eingefangenen Weibchen hatten z. B. gegen Ende der Legeperiode, im August 1935, 25 nur noch wenige Eier in den Ovarien, die Eischläuche waren aber in keinem Falle restlos leer.

Auch die **Dauer der Legeperiode** ist im Freilande verschieden lang. Im **Sommer** war die Zeit der Eiablage, wenn wir sie nach der Zusammensetzung der Populationen, d. h. nach dem Alter der Larven beurteilen,

stets recht kurz. Die Schadherde zeigten nämlich im Juli fast ausschließlich gleichaltrige Larven und waren, sobald die Abwanderung der verpuppungsreifen Tiere einsetzte, durchweg in 2—3 Tagen verlassen. Derartige Fälle ließen sich in den letzten Jahren an Senf und Steckrüben immer wieder beobachten. Dagegen scheint sich im **Herbst** die Eiablage oft über eine längere Zeit zu erstrecken. Wir fanden zu dieser Zeit häufig Larven aller Altersklassen auf den Feldern.

In meinen Laboratoriumsversuchen erstreckte sich die Legetätigkeit bei hinreichender Nahrung über ein bis zwei Wochen, im Höchstfalle über 19 Tage. Die Zahl der abgelegten Eier schwankte je Tag zwischen 1 bis 31 Stück. Nach Summierung der insgesamt abgesetzten Brut treten 2 annähernd gleich hohe Maxima, am 9. und 16. Tage nach dem Schlüpfen der Wespen, hervor (s. Tab. 6).

Abb. 11. Rapsblatt mit Eiern von *A. colibri*

Die **Art der Eiablage** ist für alle Blattwespen typisch. Sie erfolgt mit Hilfe des Sägeapparates, der den Stechborsten der parasitisch lebenden Hymenopteren entspricht. Die Weibchen der Rübenblattwespe laufen zur Zeit der Legetätigkeit auf den Blatträndern umher, indem sie im Reitsitz (die Beine der einen Körperseite befinden sich auf der Ober-, die der anderen auf der Unterseite der Blätter) mit den Borsten und Haaren der Sägescheide und den Fühlern die Unterlage abtasten. Von Zeit zu Zeit heben sie den Hinterleib ein wenig an, um die Sägeblätter zunächst senkrecht zum Blattrand tief in das Parenchym zu senken. Alsdann werden die Sägeblätter nach vorn zum Abdomen und Blattrand geführt, wobei sie eine kleine Tasche formen, in die

das Ei hineingleitet. Ein Austrocknen der empfindlichen Eier und der Cuticula des Blattes wird vermutlich durch ein Sekret der Kittdrüsen verhindert. Die Eier der Rübenblattwespe werden also in kleine Taschen zwischen Parenchym und Epidermis am Blattrand, und zwar fast ausschließlich auf die Unterseite, abgelegt. In jeder Nische befindet sich stets nur ein Ei. Eine wiederholte Ablage am gleichen Ort wird durch das Betasten der Pflanze vor dem Legeakt verhindert. Martelli (1932, S. 322) beobachtete gelegentlich, wie ein Weibchen auf einem bereits bestifteten Kohlblatt 7 Eier absetzte, ohne die schon vorhandenen zu berühren. In meinen Zuchten befand sich ebenfalls in unzähligen Wiederholungen jedes Ei stets isoliert. War den Wespen nur ein kleines Keimblatt beigegeben, so folgte auf dem Blatt oft perlenschnurartig ein Ei dem anderen. Sie lagen aber immer voneinander getrennt, so daß sie sämtlich zur Entwicklung gelangten. Wie auch aus der Tabelle 6 hervorgeht, vermögen die Weibchen den Legeakt nach kurzer Zeit zu wiederholen. Martelli (1932, S. 322) berichtet, daß ein Weibchen eine Pflanze sogar 21 mal ohne größere Unterbrechung belegte.

Im Laufe der Embryonalentwicklung, normalerweise 2—3 Tage nach der Ablage, vergrößern sich die Eier. Die Taschen heben sich dann als kleine Pusteln am Blattrand empor und sind zu dieser Zeit leicht erkennbar, zumal sie durch Auftreten von Spannungen stärker glänzen (s. Abb. 11).

c) Brutpflanzen

Als Brutpflanzen dienen der Rübenblattwespe zahlreiche Kruziferen unter den Kulturpflanzen und Unkräutern. Bevorzugt wird nach Curtis (1860, S. 47) der Ackersenf, *Sinapis arvensis*. Auch in Deutschland finden wir im Juni oder Juli die Blätter und Blüten dieses Unkrautes oft überladen mit Larven von *Athalia colibri*, während die Tiere gleichzeitig an den Kulturpflanzen nicht in nennenswerter Zahl vorzukommen brauchen. Der Weiße Senf, *Sinapis alba*, der besonders als Gründüngung Verwendung findet, stellt ebenfalls eine sehr beliebte Brutpflanze dar. In Schleswig-Holstein, wo diese Pflanzen in den letzten Jahren häufig zur Samengewinnung angebaut wurden, waren die Felder oft schwer befallen (s. S. 463). Dem Raukensenf, *Eruca sativa*, hingegen sollen die Rübenblattwespen nach Zuchtversuchen von Martelli (1932, S. 322) bei gleichzeitigem Vorhandensein von Rüben- und Kohlpflanzen kaum Beachtung schenken.

Von den verschiedenen *Brassica*-Arten, die fast sämtlich zu den Wirtspflanzen der Rübenblattwespe zählen, wird, wie auch Curtis angibt, die Wasserrübe, *Brassica Rapa esculenta*, eindeutig bevorzugt. So konnte ich z. B. im Juli 1936 in der Probstei beobachten, wie die Larven von einem Senfschlage, der stark heimgesucht war und kaum noch Nahrung bot, auf die benachbarten Steckrüben, *Brassica Napus esculenta*, wanderten und hier die zerstreut im Bestande wachsenden Wasserrüben wesentlich

stärker anfielen. Anscheinend ziehen die Wespen allgemein, zum mindesten aber in Schleswig-Holstein, die *Brassica Rapa*-Arten den *Brassica Napus*-Species vor. Wiederholt konnten wir in den letzten Jahren feststellen, daß der aus Ausfallkorn nahezu gleichzeitig mit den jungen Rapssaaten auflaufende Rübsen stärker als Raps belegt wurde. Schließlich wären noch die Kohlsorten, *Brassica oleracea* sp., zu nennen, die ebenfalls oft unter Larvenfraß zu leiden haben (s. Vorbemerkung).

Aus dem Kreis der Kulturpflanzen wäre endlich noch der Meerrettich, *Cochlearia armoracia*, als weitere Wirtspflanze zu erwähnen (Jacky 1902, S. 107).

Von den Unkräutern wird neben dem Ackersenf das Ackerhellerkraut, *Thlaspi arvense*, gern zur Eiablage gewählt. Beide Arten vermögen als die beliebtesten Brutpflanzen unter den Unkräutern im allgemeinen ein gutes Bild von der Verbreitung und dem Auftreten der Wespe zu geben.

Die Stärke der Belegung scheint weitgehend von dem jeweiligen Entwicklungszustand der Pflanzen abzuhängen. Offenbar werden bei der Legetätigkeit junge, zarte Blätter bevorzugt. So werden z. B. die Kohlrübenfelder nur von der überwinterten Brut besucht, die in Schleswig-Holstein normalerweise im Juni fliegt. Zur Flugzeit der nächsten Generation gegen Mitte August fallen die Wespen vorwiegend in jüngere Bestände (Senfgründüngung, Ausfallrübsen und Rapssaat) ein.

Auch folgender Laboratoriumsversuch gibt die Vorliebe der Wespen für junge Pflanzen bei der Eiablage wieder: Weibchen, die zu Ende Februar 1936 aus derselben Zucht schlüpften und nur zu einem Teil kopuliert hatten, erhielten nach Fütterung mit Zuckerwasser am 7. und 9. März unterschiedlich aufgewachsene Pflanzen zur Eiablage. In einer Serie, die aus zwei Zuchten mit je drei begatteten und unbegatteten Weibchen bestand, wurden den Tieren vom Freilande eingetragene Rapsblätter beigegeben. In einer anderen Gruppe erhielten die Wespen im Gewächshaus gezogene Rapsblätter, und in einem letzten Versuch war die Wahl der Brutpflanze den Weibchen selbst überlassen, da ihnen beide Blattsorten angeboten wurden.

Die Versuchsserien zeigen in ihren Ergebnissen, die in Tabelle 7 niedergelegt sind, weitgehende Unterschiede. Augenscheinlich richtete sich die Eiablage nach der Härte der Blätter. Freilandpflanzen, die eine feste Cuticula besaßen, wurden unregelmäßig und nur schwach belegt. Frische, im Warmhaus gezogene Blätter hatten dagegen mit 63 und 69 Eiern je Kultur erheblich höheren Besatz. Enthielten die Zuchten Blätter beider Herkünfte, so zogen die Weibchen die Legeplätze mit zarter Epidermis eindeutig vor. Das Zahlenverhältnis lautet überzeugend 136 zu 14. Insgesamt befanden sich von 340 abgelegten Eiern rund 79% in den „zarten“ und nur 21% in den „harten“ Blättern.

Nachdem die Wespen einige Tage mit Zuckerwasser gefüttert waren, wurden sie nochmals zu einem ähnlichen Eiablageversuch verwandt, nur

Tabelle 7

Eiablage der Rübenblattwespe

Nr.	Legeort	Am 7. 3. u. 9. 3. Anzahl der abgelegten Eier von 3 Weibchen		Legeort	Am 12. 3. Anzahl der abgelegten Eier von 3 Weibchen		Ges.-Zahl der abgelegten Eier
		begattet	unbegattet		begattet	unbegattet	
1.	hartes Rapsblatt	19	39	hartes Rapsblatt	11	7	76
2.	weiches Rapsblatt	69	63	hartes Rübsenblatt	20	12	164
3.	hartes u. weiches Rapsblatt	0	14	hartes Rapsblatt	4	0	161
		67	69	hartes Rübsenblatt	5	2	
		340			61		

mit dem Unterschied, daß diesmal überwinterte Raps- und Rübsenblätter zur Prüfung gelangten. Das Ergebnis ist ebenfalls in Tabelle 7 eingetragen.

Die Zahl der abgelegten Eier war gering. Sie hatten eigenartigerweise auch in der ersten Serie nicht zugenommen, obwohl sich bei den Weibchen allmählich eine Legenot einstellen mußte, da sie auch in der ersten Versuchshälfte die überwinterten Rapsblätter nur schwach belegt hatten. Das Gesamtergebnis von 76 Eiern lag bei den zwei übrigen Gruppen mit 164 und 161 Stück wesentlich höher. Der Rübsen zeigte gegenüber dem Raps eine etwas größere Eizahl. Das Material erscheint aber zu gering, um aus den Ergebnissen weitere Schlüsse ziehen zu können, wenngleich ähnliche Beobachtungen auch im Freilande gesammelt wurden (s. S. 482).

3. Das Embryonalstadium

a) Entwicklungsgang

Die zarten, dünnwandigen Eier lassen im durchfallenden Lichte die Entwicklung der Embryonen gut erkennen.

In den ersten Tagen nach der Ablage beobachten wir die vielen Blattwespeneiern eigene Erscheinung der Größenzunahme. Dabei verändert sich die Form nur wenig, wenngleich die Eier mehr in die Breite als in die Länge wachsen. 10 frisch abgelegte Eier waren nach dem Herauspräparieren 0,78—**0,84**—0,87 mm lang und 0,38—**0,42**—0,47 mm breit. Nach 3 Tagen hatten sie, in einen Thermostaten von 24° C gestellt, folgende Maße: Länge 0,93—**0,95**—1,04 mm und Breite: 0,60—**0,65**—0,68 mm. Die Zunahme der Mittelwerte betrug also für die Länge 13% und für die Breite 54,7%. Das pustelartige Auftreiben der Eitaschen beruht somit auf einer Größenzunahme der Eier nach der Ablage.

Derartige Erscheinungen kennen wir auch bei anderen Insekten, z. B. beim Maikäfer. Sie lassen sich erklären durch Wasseraufnahme (bei den Maikäfereiern vom Boden, bei der Rübenblattwespe aus dem Blattgewebe). Die Eier sind jedoch in ihrer Entwicklung nicht an den Legeort gebunden. Auf feuchtem Filtrierpapier beendeten die sofort nach der Ablage freigelegten Eier das Embryonalstadium wie die unberührt gebliebenen ohne Unterschied.

Auch zwischen befruchteten und unbefruchteten Eiern traten in der Entwicklung keine Unterschiede auf.

Nach dem Anwachsen der Eier beginnen die einzelnen Teile der Larve sich auszubilden, bei Zimmertemperatur von etwa 20° C bereits nach 3 – 4 Tagen. Zuerst heben sich die Augen als pigmentierte Punkte hervor. Gleichzeitig mit dem weiteren Nachdunkeln der Augen werden auch die Mandibeln durch ihre rötlich-braune Färbung gut erkennbar. In dieser Entwicklungsphase sind die Larven schon nahezu fertig und die einzelnen Körperteile ausgewachsen. Die durchsichtige Eihülle läßt in den letzten Stunden der Entwicklung die schwach graue Farbe der schlüpfreifen Larve erkennen.

Durch ihre Versenkung unter die Epidermis der Blattränder sind die Eier dem direkten Einfluß der Witterung weitgehend entzogen. Lediglich die Temperatur ist von größerer Bedeutung.

b) Entwicklungsdauer in Abhängigkeit von der Temperatur

Für die Untersuchungen wurde ein Eimaterial verwandt, das im Laboratorium abgelegt und nicht über 2 Stunden alt war.

In den Zuchten war eine Beschleunigung der Entwicklungsgeschwindigkeit mit zunehmender Wärme eindeutig feststellbar. Die kürzeste Inkubationszeit betrug 3,3 Tage bei einer Temperatur von 30° C. Auch dicht oberhalb dieser Zone können sich die Eier vielleicht noch entwickeln. Bei 32° C war jedoch die Behaglichkeitsgrenze schon überschritten. Die Larven begannen sich zwar noch bis zur Ausfärbung der Augen

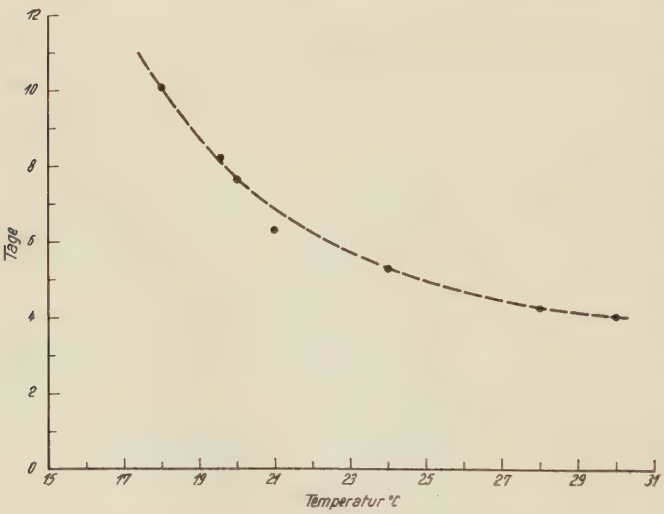


Abb. 12. Embryonalentwicklung von *A. colibri* in Abhängigkeit von der Temperatur

und Mandibeln normal auszubilden, erreichten jedoch in keinem Falle die Schlüpfreife. Mit fallender Temperatur verzögerte sich die Entwicklung erheblich. Bereits bei 15—17,5° C und einem Mittelwert von 16,3° C benötigen die Larven 11—12 Tage bis zum Schlüpfen. In Tabelle 8 sind die beobachteten Daten mit der jeweiligen Temperaturstufe niedergelegt.

Tabelle 8

Dauer der Embryonalentwicklung in Abhängigkeit von der Temperatur

Temperaturen in °C	Anzahl der Eier	Entwicklungsdauer in Tagen
15—16,3—17,5	25	11—12
17—17,5—18	19	9—9,5—10
18,5—20.8—22,9	17	5,5—5,75
21	10	6
24	25	4,5
28	12	3,5
30	11	3,3

Es wurde auch versucht, die gefundenen Werte in eine Entwicklungskurve zu kleiden (s. Abb. 12). Zur Berechnung der Hyperbel nach der Blunkschen Wärmesummenregel dienten folgende Werte:

17,5° = 9 Tage c = 11°
24° = 4,5 Tage k = 58,5°

Zu bemerken wäre noch, daß die Zeitspanne, in der die Larven die Eihülle verließen, bei 24° und 28° C nur ein paar Stunden betrug. Bei einer Durchschnittstemperatur von 17,5° C dauerte die Schlüpfperiode bei einer Zucht von 19 Stück ungefähr einen Tag.

4. Das Larvenstadium

a) Entwicklungsgang und Fraßbild

Nach dem Schlüpfen beginnen die Jungraupen sogleich mit der Fraßtätigkeit. Ihre erste Nahrung bildet das unmittelbar anliegende Gewebe der Eitasche, aus der sich die Räupchen durch kleine, selbsterzeugte Öffnungen herauszwängen. Sie halten sich zunächst stets auf der Unterseite der Blätter, wo sie nicht so sehr dem Wind, Regen und starken Sonnenschein ausgesetzt sind. Hier verursachen sie Fensterfraß, gehen aber zum Teil schon zum Lochfraß über. Auch nach der ersten Häutung halten sich die Larven fast ausschließlich unter den Blättern versteckt und sind dort infolge ihrer Schutzfärbung nur schwer zu finden. In dem dritten, zur Hauptsache jedoch erst im vierten und fünften Stadium, wandern die Raupen an die Blattränder, wo sie eine große Freßlust entfalten. In dieser Periode, in der sie allmählich eine schwarze Hautfärbung annehmen, werden sie auf dem Felde erst für den Laien sichtbar. Der Landwirt, der durchweg diesen kleinen Tieren zunächst wenig Bedeutung

beilegt, ist überrascht, die befallenen Felder nach 2—3 Tagen kahl gefressen wiederzusehen. Das Schadbild der fast immer in großen Massen auftretenden Larven ähnelt sehr dem des großen Kohlweißlings, *Pieris brassicae*. Haben die Larven ihre Fraßperiode und ihre fünf Häutungen beendet, die sie sämtlich an der Pflanze vornehmen, so wandern sie in den Boden, um sich dort einzuspinnen und in einem Erdkokon die weitere Entwicklung zum Volltier durchzumachen.

Gelegentlich reicht jedoch die Nahrung zur Ausbildung der verpuppungsreifen Larve nicht aus. In solchen Fällen beginnen die Raupen zu wandern. In unzählbaren Mengen verlassen sie ihre Geburtsstätten, um neue Futterplätze aufzusuchen. Wiederholt ließen sich derartige „Wanderzüge" beobachten. So waren die Larven der Rübenblattwespe im Juli 1936 bei Besichtigung eines Senfschlages in der Probstei fast ausschließlich auf diesem zu finden, während die benachbarten Steckrüben keinen Besatz zeigten. Bei eintretendem Nahrungsmangel (sämtliche Blätter der Senfpflanzen waren vernichtet und auch die Fruchtansätze und die Stengel stark beschädigt) siedelten die Larven in Massen zu den Steckrüben über, die bei einer zweiten Kontrolle nach 2—3 Tagen zum Teil schon bis auf die Hauptrippen verzehrt waren.

b) Anzahl der Häutungen

In enger Beziehung mit dem Wachstum der Larven steht der Hautwechsel. Die alte Haut springt an den Kopfnähten und den dorsalen Brustteilen. Die Öffnung erweitert sich, während die Larve den Kopf herausschiebt und darauf durch lebhafte Bewegungen die Haut vom übrigen Körper abstreift. Die Kopfkapsel frisch gehäuteter Larven erscheint anfangs hell, wird aber noch im Laufe desselben Tages schwarz.

Von größerem Interesse ist die Zahl der Larvenstadien. Wie bereits erwähnt, unterscheiden wir im allgemeinen bei der Larve der Rübenblattwespe 5 Freßstadien und das Einspinnstadium (s. auch S. 467). Bei den Untersuchungen über die Entwicklungsdauer in Abhängigkeit von der

Tabelle 9

Anzahl der Freßstadien

Temperatur in °C	Anzahl der männlichen Larven mit 4 Freßstadien	Anzahl der männlichen Larven mit 5 Freßstadien	Anzahl der weiblichen Larven mit 4 Freßstadien	Anzahl der weiblichen Larven mit 5 Freßstadien	Larven insgesamt
16	6	19	0	5	30
16,5—22,5	24	17	3	44	88
21	26	14	0	17	57
23—25	17	11	0	2	30
27—28	29	39	4	69	141
Insgesamt	102	100	7	137	346

Temperatur traten jedoch merkliche Schwankungen hervor. Zu diesen Versuchen wurden nur Einzelzuchten angesetzt. Das Ergebnis enthält Tabelle 9. Die weiblichen Larven besaßen mit wenigen Ausnahmen stets 5 Freßstadien. Der geringe Prozentsatz von 4,8% mit 4 Freßstadien läßt die Möglichkeit offen, daß vielleicht bei diesen Tieren nach dem ersten Wechsel die zusammengefaltete Haut übersehen wurde. Die männlichen Raupen verhielten sich hingegen nicht einheitlich. Von 202 Larven beendeten nur annähernd 50% die Entwicklung mit 5 Freßstadien, während die übrigen schon nach 4 Häutungen das Spinnstadium erreicht hatten. Bei 16° und 27—28° C besaß der größere Larvenanteil 5 Freßstadien. In den zwischen diesen Daten liegenden Temperaturzonen waren die Verhältnisse gerade umgekehrt, d. h. hier waren die Larven mit nur 4 Freßstadien zahlenmäßig überlegen. In Abb. 13 habe ich versucht, den Prozentsatz der „männlichen" Larven mit 4 Freßstadien graphisch darzustellen. Aus dem Verlauf der Kurve darf man wohl auf eine Temperaturabhängigkeit schließen. Auffällig ist jedenfalls, daß der Larvenanteil mit 4 Freßstadien gerade in der Zone, die etwa dem Optimum der Larven entsprechen dürfte (s. auch Abb. 14), besonders hoch liegt. Ob hier aber lediglich ein Temperatureinfluß vorliegt, muß einstweilen offen bleiben.

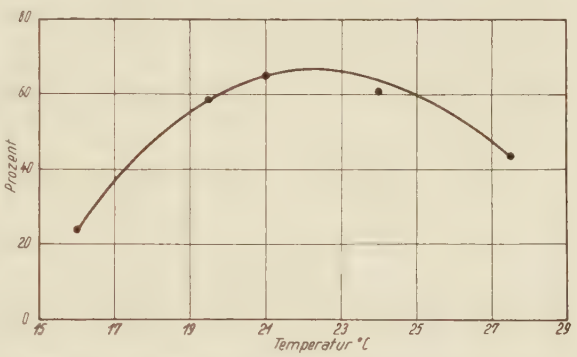


Abb. 13. Prozentsatz der männlichen Larven mit 4 Freßstadien

Im Zusammenhang mit der Tatsache, daß die Nahrung gelegentlich nicht zur normalen Beendigung der Larvenentwicklung ausreicht, interessiert die Frage, ob die Larven bei Nahrungsmangel eine Notverpuppung vornehmen können. Es wurden daher Larven (insgesamt 61) nach der 4. Häutung, also zu Beginn des 5. Freßstadiums, in den mittleren Temperaturzonen mit Erde ohne Nahrung angesetzt. Ein Teil der Tiere (12 Stück) hatte bereits, wie an der veränderten Hautfarbe feststellbar war, das Einspinnstadium erreicht und entwickelte sich zu normalen Wespen (12 ♂). Die übrigen Raupen, die ein weiteres Freßstadium benötigten, starben dagegen in allen Temperaturstufen sämtlich ab, ohne die Verpuppungsreife erlangt zu haben.

Diese Beobachtung ist von praktischem Wert. Im Laboratorium konnten z. B. die von dem schon mehrmals erwähnten Senfschlage eingetragenen Larven bei Fütterung mit den dort noch vorhandenen blattlosen Stielen ihre Entwicklung nicht beenden, während Tiere gleicher Herkunft bei ausreichender Nahrung (Senf- und Rapsblätter) in der Mehrzahl

normale Kokons herstellten. Wir können daher annehmen, daß gelegentlich im Freilande auch Populationen zugrunde gehen können, sofern die Larven nicht beizeiten neue Wirtspflanzen finden.

c) Entwicklungsdauer in Abhängigkeit von Nahrung und Temperatur

Wie bereits eingangs erwähnt, bietet die Aufzucht der Raupen keine sonderlichen Schwierigkeiten. Größere Vorsicht war eigentlich nur zu Versuchsbeginn beim Verteilen der frisch geschlüpften Räupchen notwendig. Als recht vorteilhaft erwies es sich, die zarten Tiere unberührt zu lassen und sie mit kleinen Blattstücken zu übertragen, so daß das Überwandern auf die neue Nahrung selbständig erfolgte. Schon in den nächsten Tagen war an der Lebensart der Raupen zu erkennen, ob die Kulturen gesund waren oder nicht. Ein gleichmäßiges Fressen und ein annähernd gleichzeitiger Hautwechsel der Larven galten stets als ein günstiges Kriterium. Dagegen zeigte verzettelte Häutung der Nachkommen eines Geleges am Ende des ersten Larvenstadiums in der Regel ein Massensterben während des Reifungsfraßes an.

Bei der Aufzucht der Raupen wurde das Futter täglich, in einzelnen Fällen jeden zweiten Tag erneuert. Diese Vorsichtsmaßnahme wurde getroffen, obwohl sich die Larven in dieser Hinsicht nicht sehr empfindlich erwiesen. Ihre Hauptwirtspflanzen nahmen sie ebenfalls ohne Unterschied gleich gern an. Es traten auch keine wesentlichen Abweichungen in der Entwicklungsdauer bei verschiedener Nahrung auf.

Den geringen Anspruch der Larven an die Güte des Futters zeigt folgender Versuch vom Februar 1936. Frisch im Laboratorium geschlüpfte Tiere wurden zur Hälfte mit Rapsblättern aus dem Freilande, die eine feste Cuticula besaßen, und zum anderen Teil mit zarten, im Warmhaus gezogenen Rübsenblättern gefüttert. In beiden Fällen entwickelten sich die Raupen bei 16° C wie auch bei 25—27° C normal (s. auch Tab. 10). Auch in der Fraßdauer machten sich bei gleicher Temperatur keine namhaften Unterschiede bemerkbar. Die männlichen und weiblichen Larven benötigten bis zur Reife eine gleich lange Zeit, einerlei ob sie vier oder fünf Freßstadien durchliefen.

Tabelle 10

Fraßdauer der Larven (je Kultur 10 Larven)

Nahrung	Temperatur in °C	Fraßdauer in Tagen der männlichen Larven	Fraßdauer in Tagen der weiblichen Larven
Überwinterte Rapsblätter . . .	16	20—21,3—23	19—21,4—23
Frisch gezogene Rübsenblätter .	16	20—20,9—23	21—21,2—22
Überwinterte Rapsblätter . . .	26—27	8—9,4—11	8—8,8— 9
Frisch gezogene Rübsenblätter .	26—27	8—8,7—10	7—9,1—10

Der Einfluß der Temperatur auf die Entwicklungsdauer der einzelnen Larvenstadien bei 5 Häutungen ist in Tabelle 11 niedergelegt. Aus den Zahlen geht hervor, daß die Fraßperioden für alle Stadien in den aufgezeichneten Temperaturstufen in fast gleichem relativen Verhältnis zueinander stehen. Die Eiräupchen gebrauchen bis zur Häutung gegenüber den folgenden Stadien einen ziemlich langen Zeitraum. Die drei mittleren Perioden sind recht kurz und zeigen unter sich nur sehr geringe Abweichungen. In dieser Zeit streckt sich die Larve vorwiegend, ohne dabei viel Nahrung aufzunehmen. Das letzte Freßstadium, in dem sie ihre Hauptfraßtätigkeit entfaltet, dauert besonders lange und besitzt auch die größte Variationsbreite.

Tabelle 11

Entwicklungsdauer der Larven in Abhängigkeit von der Temperatur in Tagen

° C Temperatur	I. Stadium	II. Stadium	III. Stadium	IV. Stadium	V. Stadium	Gesamtdauer des Fraßstadiums	Anzahl der Versuchstiere
16	4—4,5—5	3—3,5—4	3—3,8—5	3—3,7—5	3—5,4—7	19—20,9—23	29
21	2—3—4	1—2—3	1—1,8—3	1—1,9—4	2—3—5	10—11,5—13	31
24	2	1—1,7—2	1—1,5—2	1,5—1,6—2	2—2,4—3	8—8,5—9	22
28	1—1,8—2	1—1,1—2	1—1,2—2	1—1,2—2	1—2—3	7—7,3—8	39
30	1,5—1,6—2	1—1,1—1,5	1—1,1—1,5	1—1,2—1,5	2—2,5—2,75	7—7,5—8,7	21

Nach den Versuchsergebnissen dürfte das Entwicklungsoptimum für die Larven der Rübenblattwespe innerhalb der Temperaturzone von 20 bis 28° C liegen. Dabei fällt vor allem auf, daß die Durchschnittswerte für die mittleren Stadien in diesem Bereich nur 1—2 Tage betragen. Auch die Gesamtdauer der Fraßperiode zeigt in dieser Zone nur verhältnismäßig geringe Unterschiede. Niedere Temperaturen verzögern die Entwicklung recht erheblich. Bereits bei 16° C

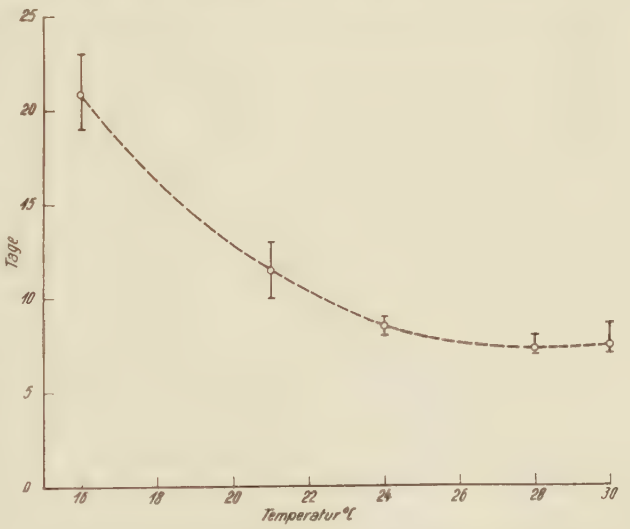


Abb. 14. Entwicklungsdauer der Larven in Abhängigkeit von der Temperatur

benötigen die Larven, verglichen mit den Zuchten von 21° C, für ihren Reifungsfraß annähernd die doppelte Zeit. Aber auch oberhalb 28° C wird die kritische Wärmezone anscheinend bald erreicht. Die in Abb. 14 eingezeichnete Freihandkurve hat nämlich, gemessen an den Durchschnittsergebnissen, ihren Kulminationspunkt bei 30° C schon überschritten. Im Thermostaten bei 33° C entwickelten sich die Larven anfangs noch normal. Der Hautwechsel erfolgte in Abständen, die im Durchschnitt nur wenig über den bei 28° C erzielten Daten lagen. Die Entwicklungsdauer betrug im 1. Stadium 2, im 2. Stadium 1—**1,2**—2 und im 3. Stadium 1—**1,3**—2 Tage. Gegen Ende der Fraßperiode, vor allem im letzten Freß- und im Einspinnstadium, setzte jedoch ein Massensterben ein. Auch von den wenigen bis zur Verpuppungsreife vorgeschrittenen Tieren wurde in keinem Falle ein Kokon gebildet.

d) Das Abwandern in den Boden

Nach Beendigung der Fraßperiode häutet sich die Larve noch einmal, um sich dann an einem geeigneten Ort im Boden einzuspinnen. Dieses Wander- und Einspinnstadium, das, wie bereits erwähnt, sich auch äußerlich durch die Hautfärbung von den übrigen Larvenstadien unterscheidet, ist recht kurz. Im allgemeinen verlassen die Larven, sobald sie ausgewachsen sind, sofort die Pflanzen und kommen noch am selben Tage in dem Erdkokon zur Ruhe.

Um die Tiefenlage der Kokons zu ermitteln, wurden vom Freilande eingetragene Larven, die sich im letzten Freßstadium befanden, auf dem Versuchsfelde der Zweigstelle weitergezogen. Der größte Teil wurde in einem Betonkasten über durchgesiebtem Boden gefüttert und ein kleiner Rest auf einer Rapsparzelle ausgesetzt. Der Versuch im Betonkasten konnte im Herbst wiederholt werden. Über den mit Larven besetzten Flächen lag ein mit Gaze bespannter Holzrahmen. Um auch ein seitliches Abwandern unter der Erdoberfläche zu verhindern, waren Bretter in den Boden eingelassen. Die Ergebnisse der späteren Kontrolle bringt Tab. 12.

Tabelle 12

Tiefenlage der Kokons im Boden

Zeit der Abwanderung	Anzahl der Kokons in cm Tiefe						Ort
	0—5		5—10		10—15		
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	
Juli 1936 . . .	833	99,8	2	0,2	0	0	Freiland: Acker
Juli 1936 . . .	1729	98,8	22	1,2	0	0	Freiland: Betonkasten
September 1936 .	195	92	17	8	0	0	Freiland: Betonkasten

Die Larven hatten sich im lockeren, durchgesiebten Boden wie im natürlichen Acker in überwiegender Mehrzahl nur in den flachen Boden-

schichten eingesponnen. Auch im Herbst lagen die Kokons, obgleich in ihnen die Überwinterung erfolgt, zu über 90% nur 0—5 cm tief. Unterhalb 10 cm Tiefe wurden keine Kokons gefunden.

5. Das Kokonstadium

a) Entwicklungsgang

Durch das Gespinst erhält das während der Umwandlung empfindliche Insekt den nötigen Schutz. Das Kokonstadium ist somit ökologisch gesehen ein einheitlicher Begriff, entwicklungsgeschichtlich müssen wir aber in dieser Zeit mehrere Phasen voneinander trennen.

Nach dem Einspinnen verwandelt sich die Larve zunächst in die sogenannte Eonympha. Sie unterscheidet sich, wie bereits bei Besprechung der Morphologie erwähnt wurde, äußerlich nur wenig von der verpuppungsreifen Larve. In biologischer Hinsicht kommt ihr aber eine große Bedeutung zu. Untersuchungen über die Entwicklungsgeschwindigkeiten der einzelnen Stadien haben nämlich gezeigt, daß sich einige Insektenarten bei Einwirkung höherer Temperaturen stets und sofort zur schnellen Entwicklung treiben lassen, während andere wiederum, unabhängig von den Milieubedingungen, immer gleichzeitig mit den unbeeinflußten Artgenossen im Freilande zu schlüpfen pflegen. Diese ökologische Gebundenheit oder Ungebundenheit, wie Größwald diese Eigenart bezeichnet (1935, S. 361), geht bei Blattwespen fast stets auf das Verhalten der Eonympha zurück.

Zu dieser Überzeugung kommt man auch bei der Rübenblattwespe, wenn man die Tiere aus dem Kokon freilegt und sie unter Beobachtung hält. Es ergibt sich dann, daß eine Verzögerung der Gesamtentwicklung bei gleichbleibender Temperatur stets durch eine längere Ruheperiode des Eonymphastadiums bedingt ist. So vergingen z. B. bei 15 Larven eines Geleges im Thermostaten bei 28° C vom Einspinnen bis zum Schlüpfen der Wespen 8—13 Tage. Dabei entwickelten sie sich zur Puppe in verschiedenen Zeiträumen von 4—8 Tagen. Die eigentliche Puppenruhe dauerte in allen Fällen 4—4,5 Tage. Während so im allgemeinen die Unterschiede nur wenige Tage betragen, kann sich gelegentlich die Entwicklung um mehrere Monate verzögern. Als Beispiel sei eine Kultur vom April 1937 angeführt. Die Eltern waren im Februar bei 28° C geschlüpft und hatten im Laboratorium bei 17—19° C Mitte März ihre ersten Eier abgelegt, aus denen gegen Ende des Monats die Larven schlüpften. Sämtliche Tiere hatten sich in der Zeit vom 14. zum 16. April eingesponnen. Der größte Teil der Wespen sprengte die Schutzhüllen schon nach 24—27 Tagen. Dagegen benötigten 2 Wespen zur Entwicklung 171 bzw. 190 und ein drittes Stück sogar 268 Tage.

Im Herbst kommen die Tiere im Freilande sogleich nach dem Einspinnen zur Ruhe. **Die Eonympha stellt damit das einzige Überwinterungsstadium der Rübenblattwespe dar.** Im nächsten

Frühjahr setzt dann die Entwicklung in stärkerem Maße erst bei größerer Erwärmung wieder ein. Um diesen Zeitpunkt genauer festzulegen, habe ich im Frühjahr 1936 in verschiedenen Abständen überwinterte Kokons aus dem Freilande eingetragen und die Entwicklung nach dem Öffnen der Hüllen im Laboratorium weiter verfolgt. Beim Einsammeln des Materials waren noch in keinem Falle Puppen gebildet (s. Tab. 13). Die Entwicklung hatte anscheinend aber schon eingesetzt. Es

Tabelle 13

Beginn der Frühjahrsentwicklung bei dem im Freilande überwinterten Kokonstadium

Tag der Entnahme	Anzahl der Vorpuppen	Vorgefundene Puppen	Beginn der Verpuppung im Labor	Anzahl der Tage von Entnahme bis zur Verpuppung
19. 3. 1936	8	0	1.— 3. 4.	13—15
1. 4. 1936	6	0	8.— 9. 4.	7—8
16. 4. 1936	30	0	21.—22. 4.	5—6
21. 4. 1936	15	0	27.—29. 4.	6—8
6. 5. 1936	10	0	7.—14. 5.	1—8

verringerte sich bei den verschiedenen Proben die Zeit vom Eintragungstage bis zur Ausbildung der Puppen immer mehr. Bei der am 6. Mai entnommenen Probe häutete sich das erste Stück, ein Weibchen, bereits am folgenden Tage zur Puppe, und weitere Tiere kündeten durch die Gestalt der Pronympha ebenfalls den unmittelbar bevorstehenden Hautwechsel an. Das Wiedereinsetzen der Entwicklung im Frühjahr wird natürlich von Jahr zu Jahr je nach der Witterung sich zeitlich mehr oder weniger verschieben.

Aus der Eonympha entsteht die Pronympha, die sich oberflächlich vor allem durch Streckung des vorher gekrümmten Körpers und Straffung der Haut kenntlich macht. Die Dauer der Pronympha ist im Gegensatz zu dem ersten Ruhestadium stets kurz, einerlei ob sie im Sommer während der ersten Generation oder im Frühjahr nach der Überwinterung gebildet wird.

Der Übergang von der Pronympha zur eigentlichen Puppe ist wohl die wesentlichste Veränderung, die während des Kokonstadiums stattfindet. Auch dieses Ruhestadium ist kurz und beträgt in der Regel nur wenige Tage.

Die aus den Puppen schlüpfenden Wespen verweilen noch einige Zeit im Kokon und verlassen die Gespinste erst als völlig flugfähige Tiere. Zuvor müssen also die beim Schlüpfakt noch gefalteten Flügel gestreckt und die einzelnen Körperteile ausgefärbt und erhärtet sein. Aus den Kokons winden sich die Wespen durch rundliche Öffnungen, die sie mit Hilfe der Mandibeln herstellen (s. Abb. 7).

b) Entwicklungsdauer des Kokon- und Puppenstadiums in Abhängigkeit von der Temperatur

Um die Gesamtdauer des Kokonstadiums zu ermitteln, wurden frisch eingesponnene Larven in mäßig feuchten Schalen in verschiedenen Temperaturstufen gehalten. In den weitaus meisten Fällen beendeten die Tiere die Entwicklung, ohne eine Latenzperiode einzuschalten. Die Rübenblattwespe zählt also zu den ökologisch ungebundenen Arten, die ihre Entwicklung zu jeder Jahreszeit bei genügend hoher Temperatur abschließen. Allerdings zeigte sich in Ausnahmefällen auch die Erscheinung des Überliegens. Davon wollen wir hier aber absehen. Sie soll Gegenstand eines besonderen Kapitels sein.

Die Dauer des **Kokonstadiums** innerhalb einer Zucht war auch bei subitaner Entwicklung keineswegs einheitlich. Es zeigten sich fast immer Schwankungen von 1 – 4 Tagen. Sie dürften mit großer Wahrscheinlichkeit die Norm darstellen, da sie auch bei Kulturen, die zugleich unter konstanten Feuchtigkeitsbedingungen gehalten wurden, zu beobachten waren.

Vom Einspinnen bis zum Verlassen des Kokons benötigten die Tiere bei Zimmertemperaturen von 16—20° C 20—24, bei 21° C 14—17, bei 24° C 11—15 und bei 28° C 8—13 Tage. Oberhalb 32° C war bereits eine schädigende Wirkung feststellbar. Larven, die im Laboratorium ihre Fraßperiode beendet hatten und mit feuchtem Boden im Thermostaten bei 33° C standen, hatten sich zwar sämtlich noch innerhalb eines Tages eingesponnen, doch kamen nur 30% der Tiere nach $9^1/_2$ bis 11 Tagen zum Schlüpfen. Von den Larven, die zur besseren Beobachtung aus dem Gespinst entfernt waren, erreichte keine einzige das Puppenstadium.

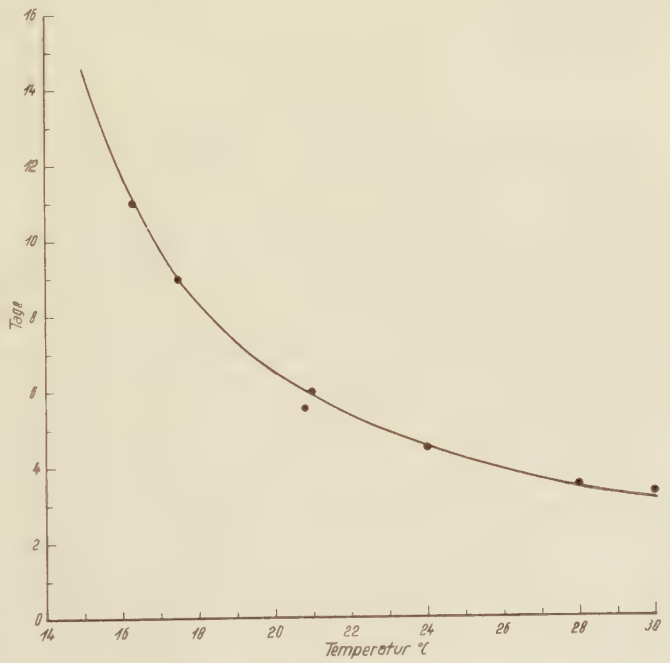


Abb. 15. Dauer der Puppenruhe in Abhängigkeit von der Temperatur

Die Entwicklung der eigentlichen **Puppe** ließ sich ohne merkliche Schwierigkeiten verfolgen. Es war nur zu beachten, daß die Tiere beim Öffnen der Schutzhüllen schon 2—3 Tage im Kokon verbracht hatten und sich bereits im ersten Ruhestadium befanden. Sie zeigten dann auch weiterhin beim Umsetzen in die mit feuchtem Filtrierpapier ausgeschlagenen Schalen keine sonderliche Unruhe, so daß die bereits begonnene Umwandlung nicht gestört wurde. Die Häutung zur Puppe und zur Imago gelang den Tieren fast immer ohne merkliche Behinderung. Die Ergebnisse der Temperaturversuche sind in Tabelle 14 enthalten. Sie lassen sich auch durch eine Freihandkurve darstellen, die ungefähr den Verlauf der Entwicklungsdauer der Puppenruhe anzeigt (s. Abb. 15).

Tabelle 14

Entwicklungsdauer der Puppen in Abhängigkeit von der Temperatur

Temperatur in ° C	Anzahl der Puppen	Entwicklungsdauer in Tagen
17—18,1—19 . . .	6	10
17,7—19,6—21,6 . .	11	8—**8,2**—9
19,7—20—20,2 . . .	7	7,5—**7,7**—8
21	16	6—**6,3**—7
24	18	5—**5,3**—5,5
28	14	4—**4,3**—4,5
30	20	3,5—**4**—4,3

c) Entwicklungsfähigkeit des Kokonstadiums bei verschiedener Luftfeuchtigkeit

Man neigt leicht zu der Ansicht, daß die im Kokon ruhenden Tiere gegen Witterungseinflüsse weitgehend gesichert sind. Dennoch bleiben die Insekten oft auch in dieser Periode recht empfindlich. Um zu prüfen, wie weit die Kokons der Rübenblattwespe die Ruhestadien gegen Trockenheit und Nässe zu schützen vermögen, wurde im Herbst 1935 und im Januar 1936 Material aus dem Freilande eingetragen und auf kleine Hygrostatenschalen verteilt. Die angewendeten Temperaturen und Luftfeuchtigkeiten sind neben den Ergebnissen in Tabelle 15 enthalten.

Obwohl die Versuche nicht sofort nach dem Einspinnen der Larven angesetzt wurden, vermögen sie uns doch einige Anhaltspunkte über die Widerstandskraft der Kokons zu geben. Bei nahezu 100% relativer Luftfeuchtigkeit und bei extrem trockener Luft (rund 10% Luftfeuchtigkeit) trat eine hohe Sterblichkeit ein. Im ersten Falle verpilzten die Tiere im Kokon, und im zweiten Falle trockneten sie ein. Die bei annähernd 70% relativer Luftfeuchtigkeit gehaltenen Kulturen ergaben die höchsten Schlüpfprozente (s. auch Tabelle 15).

Es scheinen somit die Kokons den Tieren gegen klimatische Faktoren nur bedingten Schutz zu gewähren. Die Einflüsse der Außenwelt dürften abgeschwächt, aber nicht aufgehoben sein. Die Hauptaufgabe der Gespinste

Tabelle 15

Das Schlüpfen der Rübenblattwespen unter verschiedenen Feuchtigkeitsbedingungen

Versuchsdauer	Temperatur °C	Relative Luftfeuchtigkeit	Anzahl der Kokons	Anzahl der geschl. Wespen und Parasiten	Anzahl der abgest. Kokons	Bemerkungen zu den abgestorbenen Kokons
22.11.—30.12.35	24—25	rund 100 % (über H_2O)	15	1 ♀	14	sämtl. Kokons verpilzt
22.11.—30.12.35	24—25	rund 70 % (über NaCl)	15	10 ♀ + 1 Tachine	4	als Vorpuppen eingetrocknet
22.11.—30.12.35	24—25	unter 10 % (über gran. $CaCl_2$)	15	2 ♀	13	4 Tiere als Vorpuppen, 7 „ als Puppen eingetrocknet
6.1.—23.1.36	26—27	rund 100 % (über H_2O)	20	11 ♀ + 1 Tachine	7	sämtl. Kokons verpilzt
6.1.—23.1.36	26—27	rund 70 % (über NaCl)	20	18 ♀	2	als Puppen abgestorben
6.1.—23.1.36	26—27	unter 10 % (über gran. $CaCl_2$)	20	0	20	6 Tiere als Vorpuppen, 12 „ „ Puppen, 1 Tier als Tachinenpuppe eingetrocknet

wird sein, direkte Angriffe auszuschalten und die Möglichkeiten einer mechanischen Beschädigung herabzumindern.

6. Das Überliegen der Kokons

Die Erscheinung des Überliegens ist bei Blattwespen allgemein verbreitet. Auch bei *Athalia colibri* wurde in meinen Kulturen die Entwicklung wiederholt im Kokonstadium unterbrochen. Der Prozentsatz war jedoch in der Regel gering. Zwei Beispiele seien angeführt. Im ersten Falle waren Altlarven gegen Ende August 1935 im Freilande gesammelt und nach dem Einspinnen auf dem Ostaltan des Institutes aufbewahrt worden. Aus der Zucht entwickelten sich noch im selben Herbst 1 Männchen und 3 Weibchen. Diese Tiere, die in der Entwicklung vorausgeeilt waren, sollen uns nicht weiter beschäftigen. Entsprechend dem Überliegen (Verzögerung der Entwicklung) kennen wir auch ein „Voreilen“ in der Entwicklung (vgl. Friederichs 1930, S. 171). Diese letztere Eigenart, die ebenfalls eine Abweichung von der Norm darstellt, läßt sich bei der Rübenblattwespe und auch bei vielen anderen Insekten in jedem Herbst beobachten. Die Hauptmasse (2 ♂ + 18 ♀) schlüpfte ziemlich geschlossen erst im nächsten Frühjahr zur normalen Zeit (15 bis 24. Juni 1936). Als aus den restlichen 6 Kokons bis zum 27. August

Tabelle

Fortlaufende Zuchtversuche bei

Generationszahl	Eltern normal überwintert. 27—30° C: Fraßperiode der Larven	Schlüpfperiode der Wespen	Anzahl der geschlüpft. ♂	♀	Zimmer-: Fraßperiode der Larven	Temperatur während der Fraßperiode	Temperatur während des Kokonstad.
1. Generation . .	21. 5. bis 1. 6.	8. bis 13. 6.	3	14	22. 5. bis 10. 6.	15,5 bis 18,25 bis 21,5° C	16 bis 18,7 bis 22° C
2. Generation . .	22. 6. bis 4. 7.	10. bis 14. 7.	5	19	6. 7. bis 19. 7.	18 bis 19,6 bis 23° C	17 bis 18,9 bis 21,5° C
3. Generation . .	21. 7. bis 29. 7.	6. bis 9. 8.	17	7	17. 8. bis 1. 9.	16,5 bis 19,7 bis 22,5° C	12,5 bis 18,1 bis 26° C
3. Generation bei 28° C geschlüpft							
4. Generation . .	12. 8. bis 23. 8.	31. 8. bis 2. 9.	16	20	6. 11. bis 23. 11.	15 bis 17,7 bis 21,5° C	14 bis 18 bis 26° C

keine Wespen erschienen, wurden die Schutzhüllen geöffnet. Die Kontrolle ergab 5 abgestorbene Larven und 1 gesunde Eonympha. Dieses letzte Stück lieferte im Laboratorium nach einer Ruheperiode von rund 20 Monaten am 7. Juni 1937 ein Weibchen. Bei der zweiten Kultur, die in gleicher Weise gehalten wurde, waren die Altlarven Ende September eingetragen. Auch in diesem Falle schlüpften noch im Herbst desselben Jahres einige Wespen (3 ♂ + 1 ♀). Der größte Teil der Tiere (31 ♂ + 44 ♀ + 2 Tachinen) erschien wiederum im Frühsommer 1936, in der Zeit vom 10. Juni bis zum 3. Juli. Ein letztes Exemplar (1 Weibchen) entwickelte sich wie in der vorigen Zucht erst nach vielen Monaten, am 31. Mai 1937, zum Volltier.

Nach diesen Befunden scheint im Freilande das Überliegen der Kokons für die Rübenblattwespe nur geringe Bedeutung zu besitzen. Gelegentlich stieg jedoch in Laboratoriumszuchten die Zahl der überliegenden Kokons erheblich an. So beendeten im Thermostaten bei 27—30° C nur 12 von 17 am 10. und 11. Februar 1936 geschlüpften Larven ihre Entwicklung sofort. Die Zeit vom Einspinnen der Tiere bis zum Erscheinen der Wespen betrug 11—14 Tage. Bei den übrigen 5 Larven dauerte das Kokonstadium 273—277 Tage. Besonders bemerkenswert ist, daß die Wespen trotz der langen Ruheperiode ziemlich geschlossen erschienen. Ein ♂ und 2 ♀ schlüpften sogar einheitlich nach 277 Tagen. Dabei muß erwähnt werden, daß die Kokons in kleinen mit Zellstoff verschlossenen

16

der Rübenblattwespe im Jahre 1936

Weiterzucht bei temperatur			Eltern 90—100tägige Diapause bei Zimmertemperatur Weiterzucht bei Zimmertemperatur					
Schlüpfperiode der Wespen	Anzahl der geschlüpften ♂	♀	Fraßperiode der Larven	Temperatur während der Fraßperiode	Temperatur während des Kokonstad.	Schlüpfperiode der Wespen	Anzahl der geschlüpften ♀	♂
24. 6. bis 1. 7. 1936	21	12	27. 5 bis 16. 6.	16 bis 18,2 bis 21,5° C	16 bis 18,7 bis 22° C	25. 6. bis 1. 7. 1936	4	2
5. 8. bis 15. 8. 1936	10	34	6. 7 bis 18. 7.	18 bis 19.6 bis 23° C	17 bis 18,9 bis 21,5° C	5. 8. bis 11. 8. 1936	4	8
25 1. bis 6. 3. 1937	3	12	22. 8. bis 8. 9.	16,5 bis 18,8 bis 21,5° C	12,5 bis 18 bis 26° C	6. 2. bis 1. 7. 1937	4	4
13. b. 22. 10. 1936 1 ♂ = 27. 1. 1937	3	13				20. bis 25. 10. 1936 1 ♂ = 11. 1. 1937	1	2
8 2. bis 19 4. 1937	29	0						

Glasröhrchen lagen und die Luft in den Gläschen wahrscheinlich sehr trocken war.

Um zu prüfen, ob das Überliegen der Kokons sich auf alle Generationen in gleichem Maße erstreckt oder zu gewissen Zeiten (im Herbst) stärker hervortritt, wurden im Frühjahr 1936, nachdem die ersten Wespen aus normal überwinterten Kokons geschlüpft waren, fortlaufende Zuchtversuche im Thermostaten bei 27—30° C und im Laboratorium angesetzt. Eine weitere Kultur, bei der die Eltertiere über Winter eine 90- bis 100tägige Ruheperiode im geheizten Zimmer verbracht hatten, sollte im besonderen klarlegen, wie weit die Erscheinung des Überliegens bei der Rübenblattwespe erblich fixiert ist. Die Ergebnisse dieser Versuche sind auf Tabelle 16 verzeichnet.

Im Thermostaten bei 27° C konnten während der Vegetationsperiode 4 volle Generationen gezogen werden, ohne daß bei einer der geschlüpften Wespen eine Latenzperiode auftrat. Bei Zimmertemperatur wurden nur 2 volle Generationen erhalten. Die Entwicklung der dritten kam nach dem Einspinnen der Larven zur Ruhe. Als die Wespen auch zu Anfang Oktober nicht erschienen, wurde ein Teil der Kokons am 6. Oktober im Wärmeschrank bei 28° C aufgestellt. Hier begannen die Tiere noch im selben Monat zu schlüpfen mit Ausnahme von einem Männchen, das die Schutzhülle erst am 27. Januar 1937 verließ. Sogleich nach dem Schlüpfen hatten die Wespen im Laboratorium neue Brutgelegenheiten

erhalten. Aber auch bei dieser vierten Generation wurde die Entwicklung wieder im Kokonstadium unterbrochen (s. auch Tabelle 16). Ein gleiches Ergebnis brachte der Versuch, bei dem bereits die Eltertiere bei Beginn des Versuches eine Latenzperiode durchlaufen hatten. Hier wurden ebenfalls nur zwei volle Generationen erzielt, während nach dem Einspinnen der dritten Brut eine Unterbrechung der Entwicklung eintrat. Auch in diesem Falle ließen sich die Tiere aber durch Einwirkung höherer Temperaturen treiben, nur 1 Männchen blieb bis zum 1. November 1937 im Kokon.

Aus den Zuchtversuchen dürfen wir wohl mit Recht schließen, daß das Überliegen der Kokons weder mit der Generationszahl zusammenhängt, noch erblich festgelegt ist. Es scheinen vielmehr äußere Faktoren den Anlaß zu geben.

Wir wissen von Untersuchungen mit anderen Blattwespenarten und Schmetterlingen, daß die Insekten unter den künstlichen Lebensbedingungen des Laboratoriums häufig ganz anders reagieren als im Freilande. Draußen sind die Tiere beträchtlichen Witterungsschwankungen ausgesetzt, während sie sich im Laboratorium durchweg unter konstanteren Bedingungen befinden.

Auch die Größe des Wohnraumes oder die Art der Aufzucht kann ein anormales Verhalten hervorrufen. Es wurden daher im Herbst weitere Zuchten angesetzt, durch die ermittelt werden sollte, ob sich bei Einzel- und Massenzuchten Unterschiede im Schlüpftermin zeigen. Die Versuchsbedingungen sind in Tabelle 17 niedergelegt.

Tabelle 17

Entwicklungsdauer vom Schlüpfen der Larven bis zum Erscheinen der Wespen 1936/37

Art und Dauer der Embryonalentwicklung	Temperatur	Einzelzuchten		Massenzuchten	
		Anzahl der geschlüpften Wespen	Schlüpfperiode	Anzahl der geschlüpften Wespen	Schlüpfperiode
1.—7. 10. 1936 bei 21° C	28° C	9	22.—24. 10. 1936	24	22.—24. 10. 1936
	21° C	6	2.— 4. 11. 1936	19	2.— 5. 11. 1936
2.—6. 10. 1936 bei 28° C	28° C	7	23.—25. 10. 1936	—	—
	21° C	6	1.— 5. 11. 1936	21	1.— 5. 11. 1936
	Labor.	8	15. 2.—10. 3. **1937**	12	19. 2.—27. 3. **1937**
7.—11. 1. 1937 bei 28° C	16,5—17,5	—	—	10	21.—26. 2. 1937 1 ♂ = 29. 6. 1937

Bei konstanten Temperaturen (16,5—17,5°; 21° und 28° C) entwickelten sich die Wespen in der Massenzucht und in Einzelzuchten wie im vorigen Versuche ohne Unterbrechung. Sogar im Thermostaten bei 16,5—17,5° C verliefen die Zuchten, die erst im Januar 1937 angesetzt wurden, nach dem subitanen Modus, und hatten die Wespen mit Ausnahme

von einem Männchen (Schlüpftag = 29. Juni 1937) bereits am 26. Februar 1937 ihre Kokons verlassen. Dagegen wurde im Laboratorium die Entwicklung wiederum im Kokonstadium durch eine über 100 Tage anhaltende Ruheperiode unterbrochen.

Die Temperaturverhältnisse im Laboratorium waren während der Versuchstage kurz folgende: In der Fraßperiode vom 6.—25. Oktober betrug die Mitteltemperatur 17,7° C (Min. 16,8°; Max. 18,7° C). Ende Oktober stieg dann die Zimmerwärme merklich an; vom 25. Oktober 1936 bis zum 15. Februar 1937, dem ersten Schlüpftermin, wurden bei Schwankungen zwischen 16,8 bis 21° im Mittel 19° C gemessen. Wäre keine Unterbrechung in der Entwicklung eingetreten, so hätten die Wespen bereits Ende November schlüpfen müssen, denn bei subitaner Entwicklung und 16—20° C dauert das Kokonstadium nur 20 bis 24 Tage (s. auch S. 493).

Um das Auftreten der Diapause, die in 2 aufeinderfolgenden Jahren bei den im Herbst im **Laboratorium** gezogenen Kulturen beobachtet werden konnte, nochmals nachzuprüfen, wurden die Versuche im Herbst 1938 wiederholt. Bei einem Teil der Zuchten wurde der Standort regelmäßig nach 24 Stunden zwischen Laboratorium und 21° und zwischen 21° und 28° C gewechselt, um den Einfluß dieser Temperaturveränderungen zu ermitteln. Nach dem Einspinnen der Larven wurden diese „Wechselkulturen" verschiedenartig gruppiert. Einige Kokons (s. Tabelle 18, 4a und 5d) blieben bei der alten Versuchsanordnung weiterhin den alternierenden Temperaturen ausgesetzt, während die übrigen Tiere (s. Tabelle 18, 4b = Laboratorium, 4c und 5e bei 21° und 5f bei 28° C) auf die einzelnen Zuchträume verteilt wurden. Weitere Einzelheiten und die Ergebnisse sind in Tabelle 18 enthalten.

Tabelle 18

Entwicklungsdauer vom Schlüpfen der Larven bis zum Erscheinen der Wespen 1938/39

Standort		Fraßperiode	Kokonstadium	Schlüpfperiode	Anzahl der geschlüpften Wespen
1. Laboratorium 16,5 bis 18,5—20,5° C		14.—31. 10. 38	29. 10.— 3. 5. 39	13. 2.—3. 5. 39	7
2. 21° C		4.—17. 10. 38	15. 10.— 2. 11. 38	31. 10.—2. 11. 38	9
3. 28° C		3.—11. 10. 38	9. 10.—21. 10. 38	20.—21. 10. 38	10
4. Wechsel: Laboratorium und 21° C .	a)		21. 10.—10. 11. 38	7.—10. 11. 38	9
	b)	9.—25. 10. 38	21. 10.—10. 11. 38	9.—10. 11. 38	10
	c)		22. 10.— 8. 11. 38	6.— 8. 11. 38	10
5. Wechsel: 21/28° C .	d)	3.—11. 10. 38	9. 10.—25. 10. 38	24.—25. 10. 38	12
	e)	25. 10.—4. 11. 38	3. 11.—18. 11. 38	17.—18. 11. 38	11
	f)	3.—11. 10. 38	9. 10.—21. 10. 38	20.—21. 10. 38	7

Anmerkung: Aufbewahrung während des Kokonstadiums: 4b im Laboratorium, 4c und 5e bei 21° C, 5f bei 28° C.

Wie in den früheren Versuchen entwickelten sich die Wespen bei 21 und 28° C ohne Diapause, während bei den Tieren im Laboratorium wiederum zu 100% eine Ruheperiode im Kokonstadium eingeschaltet war. Auch bei den Wechselkulturen, deren Ergebnisse von besonderem Interesse sind, wurde, von einem einzigen Männchen aus Kultur 4a abgesehen, das sich erst am 7. Dezember zum Volltier häutete, die Entwicklung nicht unterbrochen. Bemerkenswert ist vor allem, daß sich die Tiere auch bei den Wechselkulturen zwischen Laboratorium und 21° C sofort entwickelten und sich, wenn die Larven nach dem Einspinnen ins Laboratorium gestellt wurden, auch dort ohne Unterbrechung zu Wespen ausbildeten (vgl. Tabelle 18, 4b).

Die Untersuchungen vermochten das Problem des Überliegens nur zum Teil zu lösen. Die Diapause trat regelmäßig bei den während der Herbstmonate im Laboratorium gezogenen Kulturen auf. Die Tiere erwiesen sich aber keineswegs ökologisch streng gebunden. In den meisten Fällen erschienen die Wespen in den Zuchtschalen wesentlich früher als die Tiere im Freilande (s. Tabelle 16, 17 und 18). Das Überliegen ist weiterhin nach den in Tabelle 16 niedergelegten Versuchen nicht erblich festgelegt. So konnten z. B. bei den in Thermostaten bei 28° C gehaltenen Kulturen 4 volle Generationen während der Vegetationsperiode gezogen werden, ohne daß jemals eine Wespe die Entwicklung im Kokonstadium unterbrochen hätte. Andererseits war die Diapause im Herbst bei 2 Generationen hintereinander im Laboratorium eingetreten, sobald die Tiere der ersten Herbstgeneration nach einer längeren Ruheperiode im Thermostaten bei 28° C vorgetrieben und die von diesen Wespen abgelegten Eier nach dem Schlüpfen im Laboratorium weitergezüchtet wurden (s. Tabelle 16).

Somit dürfte die Erscheinung des Überliegens bei der Rübenblattwespe von äußeren Faktoren abhängig sein. Mit großer Wahrscheinlichkeit sind dabei die Umweltbedingungen während des Larvenlebens schon von entscheidendem Einfluß. Die Wespen erschienen nämlich selbst im Laboratorium ohne eine größere Ruheperiode, sobald sie als Larven bis zum Einspinnen in Wechselkulturen zwischen Laboratorium und 21° C gehalten wurden (s. Tabelle 18, 1 und 4b).

Die Versuche haben ergeben, daß wir das Überliegen bei der Rübenblattwespe künstlich hervorrufen können. Weitere Untersuchungen werden zeigen, wie weit für das Auftreten dieser Erscheinung abiotische Faktoren, insbesondere die Feuchtigkeit, maßgebend sind.

V. Der jährliche Generationszyklus

Die Rübenblattwespe zählt zu den ökologisch ungebundenen Wespenarten, deren Entwicklungsrhythmus von **äußeren** Einflüssen abhängt. Die Anzahl der Generationen im Jahr wird allein von den Wetterverhältnissen bestimmt. Während des Sommers müssen wir der Temperatur die Haupt-

bedeutung beimessen. Gegen Ende der Vegetationsperiode kann aber die Entwicklungsgeschwindigkeit augenscheinlich auch noch durch andere Faktoren beeinflußt werden.

In Europa hat die Rübenblattwespe nach einigen Autoren (Jacky 1902, S. 108; Lesne 1905, S. 178; Bogdanow-Katjkow 1932, S. 160) 2 Generationen im Jahre. Im Süden Rußlands (Nord-Kaukasus, Unter-Wolga) sollen sich nach Romanow (1931, S. 563), Bogdanow-Katjkow (1932, S. 160) und Schtschegolow, Snamensky (1937, S. 538) normalerweise 3 Generationen entwickeln. Die Flugzeiten der Wespen traten dabei in der zweiten Maihälfte, Anfang Juli und im August auf. Auch Curtis (1860, S. 51) und Zolk (1931, S. 7) glauben in England und Estland 3 Bruten beobachtet zu haben. Benson (1931, S. 135) vermutet sogar, daß sich in England oftmals noch eine 4. Generation im Oktober auszubilden vermag.

Für Deutschland sind mir keine Angaben über die Anzahl der Generationen bekannt. Für Schleswig-Holstein sind 2 Bruten als Norm anzusehen. Die Flugzeit der überwinterten Generation habe ich nicht beobachtet. Nach den wiederholt Ende Juni vorgefundenen Altlarven zu urteilen, wird man sie aber in die Zeit von Mitte Mai bis Anfang Juni legen müssen. Mit dieser Annahme stimmen auch die Schlüpftermine der auf dem Versuchsfelde der Zweigstelle im Betonkasten überwinterten Tiere überein. 1936 erschienen die ersten Wespen am 13. Mai. Noch gegen Ende desselben Monats erreichte die Schlüpfperiode ihren Höhepunkt. Nach dem 3. Juni wurden nur noch vereinzelte Tiere gefunden. Auch 1937 setzte im Freilandkasten das Schlüpfen im Mai ein, aber etwas später als im Vorjahre (am 24. Mai). Die Wespen erschienen dafür aber geschlossener und hatten die Kokons schon sämtlich am 31. Mai verlassen.

Die in Massen an Kohl, W.-Senf und Steckrüben auftretenden Larven der 2. Generation hatten ihre Fraßperiode durchweg Anfang Juli beendet und begannen sofort mit der Umwandlung. 1935 und 1936 flogen die Wespen der 2. Generation vorwiegend im Monat August. Sie belegten Ausfallkorn (W.-Rübsen und Raps) und neubestellte Rapssaaten. Dort gingen die Larven im September nach Beendigung der Fraßperiode in den Boden, um als unentwickelte Insekten im Kokon zu überwintern. Nur vereinzelte Individuen beendeten noch im selben Herbst die Entwicklung und brachten eine partielle 3. Generation hervor, die aber sicherlich den Witterungsunbilden erlag.

1938 beobachteten wir die ersten Wespen erst Anfang Juli. Im Einklang mit diesem Termin standen die gegenüber dem Vorjahre ebenfalls einen vollen Monat später, nämlich gegen Ende Juli einlaufenden Meldungen über das Schadauftreten der Larven. In der 2. September-Dekade fand ich die Wespen der 2. Generation auf Möhrenblüten in erheblicher Anzahl. Meldungen über erneutes Schadauftreten in der Provinz gingen nicht ein.

VI. Schadauftreten und geographische Verbreitung

Die Rübenblattwespe ist schon seit langer Zeit als Schädling bekannt. Die ältesten Meldungen über ihr Auftreten stammen aus England. Curtis (1860, S. 40) berichtet, daß die Wespen 1756 und 1760 in großen Schwärmen auftraten, besonders aber im Jahre 1782 „Many thousands of acres" vernichteten. Der Befall hielt mit gewissen Unterbrechungen bis in das 19. Jahrhundert an. Die ungewöhnlich trockenen Jahre 1818 und 1835 brachten die schwersten Verluste. Nach 1838 liegen eigenartigerweise neue Meldungen über empfindliche Schäden in England nicht vor.

Die weitaus häufigsten Angaben über Larvenfraß aus neuerer Zeit kommen aus Rußland. Dort müssen wir die Rübenblattwespe fast zu den Dauerschädlingen rechnen. Nach der von Bogdanow-Katjkow angefertigten Karte über die geographische Verbreitung der Rübenblattwespe (s. Abb. 16) scheinen sich die Tiere zur Hauptsache auf das europäische Rußland zu beschränken. Außer den genannten Ländern ist die Rübenblattwespe als Schädling auch aus Schweden, Dänemark, Finnland, Lettland, Polen, Ungarn, Rumänien, Italien, Frankreich und der Schweiz, also aus nahezu ganz Europa, bekannt.

Abb. 16. Die geographische Verbreitung der Rübenblattwespe (nach Bogdanow-Katjkow)

Ferner kommen die Wespen, wie aus der Karte hervorgeht, auch in Libyen, Kleinasien und vor allem in Japan vor. In dem zuletzt genannten Gebiet wird die Wespe allerdings vielfach als eine Abart der Rübenblattwespe, *Athalia colibri* Christ, v. *japonensis* Rohw. angesehen.

In Deutschland kamen in den letzten 40 Jahren nach statistischen Aufzeichnungen (Hollrungsche Jahresberichte, Jahresberichte des Sonderausschusses für Pflanzenschutzdienst und Rev. of appl. Ent.) die meisten Schadmeldungen aus der Provinz Schlesien. Das trockene südöstliche Binnenklima Europas scheint somit besonders oft die Vermehrung der Rübenblattwespe zu begünstigen. In Schleswig-Holstein wurden die Wespen

erstmalig in dem außergewöhnlich warmen Sommer 1901 im Kreise Hadersleben schädlich. Ein weiteres Schadauftreten ist in der Folge nicht mehr gemeldet worden. Seit 1935 verursachten dagegen die Wespen regelmäßig an mehreren Stellen der Provinz empfindliche Schäden.

VII. Schadbild und wirtschaftliche Bedeutung

Die Rübenblattwespen traten in Schleswig-Holstein bisher zur Hauptsache in der 1. Generation während der Sommermonate, und zwar vorwiegend an jungen Steckrüben und Kohlpflanzen schädigend auf.

Das Schadbild der Larven ist in der Regel sehr eindrucksvoll, aber immer wieder das gleiche, da die Wespen durchweg in großen Mengen vorkommen und die Weibchen zur Eiablage junge Pflanzen mit noch geringer Blattmasse bevorzugen. Die Nahrung reicht daher am Geburtsort für die besonders im letzten Stadium freßlustigen Larven nur selten zur vollen Entwicklung, so daß fast stets Kahlfraß erfolgt. Derartige Schäden, die sehr an das Fraßbild des großen Kohlweißlings (*Pieris brassicae*) erinnern, bilden bei der Rübenblattwespe die Norm (s. Abb. 17). Von den Pflanzen, an denen man gelegentlich bis zu 100 Larven zählen kann, bleiben nur wenige Hauptnerven stehen, die häufig noch von nahrungssuchenden Tieren befressen werden. Oft wird auch das Herzblatt zerstört, so daß Neubestellung erforderlich ist (s. auch S. 463).

Nahrungsmangel trat ebenfalls häufig am Weißen Senf ein, der zur Samengewinnung diente. Nach Vernichten des gesamten Blattwerkes

Abb. 17. Fraßbild von Larven der Rübenblattwespe an Kohl

wanderten die Larven dann an den Pflanzen aufwärts zu den Fruchtanlagen, die wie die oberen Stengelpartien derart zerfressen wurden, daß die weißen Spitzen bereits von weitem zu erkennen waren (s. Abb. 18).

Abb. 18. Fraßbild von Rübenblattwespenlarven an W. Senf

Die weniger auffälligen Fraßbilder der jungen Larven (Fenster- und Lochfraß) sind in den meisten Fällen nur vorübergehend sichtbar, da sie später beim Aufzehren der Blätter durch die älteren Stadien wieder beseitigt werden.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Rübenblattwespe ist aus der Art des Fraßbildes der Larven leicht zu erkennen. In der Tat war in den meisten Schadfällen, die ich besichtigen konnte, Umbruch und Neubestellung notwendig. Derartige Verluste werden voraussichtlich immer wieder eintreten, obwohl sich die Larven, wie die einschlägigen Versuche noch zeigen werden (s. Kapitel IX), verhältnismäßig leicht vernichten lassen. Sie ergeben sich aus der Lebensweise der Larven. Wie schon erwähnt, fressen die Tiere in den ersten Stadien fast ausschließlich auf der Unterseite der Blätter, wo sie anfangs nur wenig Schaden verursachen und infolge ihrer Schutzfärbung nur schwer zu finden sind. Zu Beginn des Hauptfraßes wandern die Larven auf die Oberseite und an die Blattränder und können nun bei günstiger Witterung bereits in 2—3 Tagen sämtliches Blattwerk vernichten. Neben den Unkosten für die Neubestellung ergibt sich ein weiterer Ausfall durch die späte Saat der neu eingebrachten Frucht. Pflanzen, bei denen der Vegetationspunkt unverletzt bleibt, erholen sich bei feuchter Witterung meistens nach einigen Wochen, aber auch sie liefern in der Regel nur geringe Ernten. Bei Senfschlägen, die zur Samengewinnung angebaut waren, wurde wiederholt ein Ertragsausfall von 50% ermittelt.

VIII. Parasiten

Die Rübenblattwespe wird von zahlreichen Parasitenarten heimgesucht, von denen wir heute wahrscheinlich erst einen Teil kennen. Die bisher bekannten Schmarotzer gehören zu den Nematoden, Tachinen, Ichneumoniden und Chalcididen.

1. Nematoden

Die erste Angabe über Vorkommen von Fadenwürmern in Larven der Rübenblattwespe fand ich bei Torka (1928, S. 47). Frauenfeld (nach Bogdanow-Katjkow 1932, S. 167) beobachtete vor einigen Jahren ebenfalls Nematoden, die er als *Mermis albicans* bestimmte.

Im hiesigen Schadgebiet wurden von Nematoden befallene Tiere erstmalig im Juli 1936 auf einem Senfschlage bei Lutterbek (Probstei) festgestellt. Sämtliche Larven machten beim Einholen einen gesunden Eindruck. Der Befall trat erst später zutage, als die Kokons, aus denen keine Wespen schlüpften, geöffnet wurden. In den meisten Fällen war der Inhalt abgestorben. Die toten, geschrumpften Larven enthielten langgestreckte Fadenwürmer, die ihren Wirt bei weitem an Größe übertrafen. Zu einem kleinen Teil hatten die Afterraupen noch das Aussehen gesunder Tiere. Nur hier und da konnte man durch die Haut Teile des Parasiten erkennen. In anderen Fällen wiederum hatten die Nematoden den abgestorbenen Wirt oder auch schon die Schutzhüllen verlassen, um in den Boden abzuwandern. Nach der von Herrn Dr. Goffart vorgenommenen Bestimmung handelte es sich auch hier um den als Insektenschmarotzer weit verbreiteten Nematoden *Mermis albicans* Sieb.

Ein weiterer Befall von Rübenblattwespenlarven durch Nematoden wurde im Juli 1937 wiederum auf einem Senfschlage in der Probstei (Gemarkung: Brodersdorf) beobachtet. Die ersten Krankheitsmerkmale zeigten sich bei diesen Larven aber wesentlich früher, schon gegen Ende der Fraßperiode. Bereits beim Einsammeln (7. Juli) fielen unter 60 Tieren 2 als offensichtlich von *Mermis albicans* befallen auf. Von den eingetragenen Larven erreichten in den nächsten Tagen (bis zum 10. Juli) nur 4 das Einspinnstadium. Diese waren, wie sich später ergab, gesund. Die übrigen hatten sich bis zum 13. Juli nicht gehäutet, obwohl der Hautwechsel schon einige Tage vorher hätte einsetzen müssen. Die Untersuchung der Tiere ergab, daß sie sämtlich von Nematoden bewohnt waren. In den meisten Fällen enthielten die Larven nur einen Wurm, sehr häufig wurden auch 2 und in einem Falle sogar 3 Stück in einer Raupe gefunden. Im Gegensatz zu den vorherigen Beobachtungen hätten die befallenen Larven das Kokonstadium wohl nicht mehr erreicht. Diese Mutmaßung wird durch folgenden Befund erhärtet: Von 20 scheinbar völlig gesunden Larven, die am 14. Juli eingetragen waren, bildeten nur die Tiere einen Kokon, die auch später normale Wespen lieferten. Der Rest (7 Larven) ging infolge Parasitierung vorzeitig zugrunde.

Nach den vorliegenden Ergebnissen scheint sich die Anfälligkeit der Larven gegen *Mermis albicans* über eine längere Periode zu erstrecken. Entweder können die Tiere bereits so zeitig von Nematoden heimgesucht werden, daß sie sich nicht mehr einspinnen. In solchen Fällen kann sich gelegentlich die Fraßperiode in die Länge ziehen (vgl. Beobachtungen 1937). Andererseits ist nach dem Krankheitsbild auch eine spätere Infektion möglich, bei der die Tiere wie die gesunden in die Erde wandern und sich dort einhüllen. Das Absterben der Larven setzt dann erst in den Kokons ein.

Ein Auftreten der Nematoden bei Larven, die andere Wirtspflanzen als Senf gehabt hatten, wurde eigenartigerweise nicht festgestellt.

2. Tachinen

Aus der Familie der Tachinen wurden verschiedene Arten als Parasiten der Rübenblattwespenlarven ermittelt. Torka (1928, S. 47) zog während des Hochsommers 5 ♂ + 7 ♀ von *Lydella nigripes* Fall. und 5 Stücke von *Tachina erucarum* Rond. Baer (1921, S. 134) erwähnt *Meigenia bisignata* Meig. als Schmarotzer von *Athalia colibri*, und in Italien erhielt Martelli (1932, S. 327) *Meigenia mutabilis* Fall. in vielen Exemplaren.

Sämtliche Arten, mit Ausnahme von *Lydella nigripes*, gehören nach der von Baer auf Grund verschiedener Fortpflanzungsverhältnisse vorgeschlagenen Aufteilung der Tachinen zur ersten Gruppe der oviparen Arten, die ihre brotleibförmigen Eier an die Außenhaut des Wirtes legen. *Tachina erucarum* ist „vielleicht nur eine Zwergform der vorigen" — gemeint ist *Tachina rustica* Meig. — „oder deren in Klein-Schmetterlingen schmarotzenden Rasse" (Baer 1921, S. 159). *Meigenia bisignata* läßt sich von *Meig. mutabilis* Fall. und *Meig. floralis* Fall. nicht sicher trennen. Heute werden die drei Arten zu einer Species: *Meig. mutabilis* Fall. zusammengefaßt, von der man bisher die kleinsten Stücke für *floralis* Fall. und die größeren für *bisignata* Meig. gehalten hatte (Stein 1924, S. 113). Die Meigenien befallen nach Baer vorwiegend Blattkäferlarven. *Lydella nigripes* endlich ist nach Baer in die siebente Gruppe zu stellen, zu den ovoviviparen Arten, die ihre Eier mit Hilfe eines besonderen Dornes in den Körper des Wirtes bringen. Sie ist weit verbreitet und dazu ausgesprochen poliphag.

Aus meinen Kulturen wurden insgesamt 71 Fliegen gezogen. Davon entfallen 35 ♂ und 31 ♀ auf *Tachina rustica* Meig.[1]) und 1 ♂ und 4 ♀ auf *Meigenia mutabilis* Fall.[1]). Hierbei ist der hohe Anteil der erstmalig aus Larven von Rübenblattwespen gezüchteten *Tachina rustica* besonders erwähnenswert.

Die biologischen Aufzeichnungen, die sich vor allem auf die **Brutgeschäfte** der Tachinen richteten, beziehen sich daher überwiegend auf

[1]) det. M. P. Riedel, Frankfurt a. O.

Tachina rustica. Diese ebenfalls zur ersten Fortpflanzungsgruppe gehörende Raupenfliege wurde bereits aus mehreren Schmetterlingsraupen erzogen und ist vor allem als Parasit von vielen Blattwespen bekannt [*Tenthredella flavicornis* F. (= *Tenthredo flava* Poda), *Tenthredopsis coqueberti* Kl. und *campestris* L. (= *scutellaris* F.), *Rhogogaster viridis* L., *Tenthredo* (*Allantus*) *arcuata* Forst. (Baer 1921, S. 139)]. Sie ist besonders im Spätsommer häufig. In der Tat war die Belegung in allen Jahren bei den Larven der zweiten Generation, also gegen Ende August und Anfang September, stärker als in der ersten Fraßperiode.

Ein Weibchen von *T. rustica* konnte im Freilande bei der Eiablage beobachtet werden. Das Insekt flog auf kurze Entfernung die Blattwespenlarve überraschend schnell an, krümmte den Hinterleib nach unten und hatte innerhalb von 1 bis 2 Sekunden ein Ei in eine Hautfalte zwischen Brust- und Afterbeine abgesetzt. Daraufhin rollte sich die Larve zusammen, wie es die Tiere bei Berührung zu tun pflegen. Das Ei, an dem vorübergehend ein feuchter Tropfen hing, saß bereits nach Ablauf einer Minute fest am Wirtskörper. Die Tachine konnte zur weiteren Beobachtung eingefangen werden. Sie lebte im Laboratorium vom 16. September bis zum 18. Oktober und legte in dieser Zeitspanne insgesamt 51 Eier. Die Anzahl der an die einzelnen Larven abgelegten Eier schwankte beträchtlich. Augenscheinlich vermag die Fliege gesunde und bereits befallene Larven nicht zu unterscheiden; wiederholt blieben etliche Tiere in den Kulturen unbelegt, während andere oft mehrere Male hintereinander mit Eiern bedacht wurden. Im Höchstfalle hafteten an einer Larve 10 Eier.

Im Freilande ist eine wiederholte Belegung natürlich bei den stets in Massen auftretenden Rübenblattwespenlarven und den zahlenmäßig erheblich unterlegenen Raupenfliegen wesentlich seltener. Immerhin waren von 131 infizierten Larven, die im Herbst 1935 eingetragen waren, 9 mit 2 und 2 Tiere mit 3 Eiern versehen. In den meisten Fällen saßen die Eier ventral an der vorderen Körperhälfte, und zwar stets senkrecht zur Längsachse der Raupen, mehr oder weniger in Hautfalten versteckt.

Eine Bevorzugung gewisser Altersklassen ließ sich im Laboratorium bei der eingefangenen Fliege nicht feststellen. Sie überfiel Junglarven vom 2. und 3. Stadium ebenso wie ältere Stadien. Da aber der Hautwechsel bei den jüngeren bereits vor dem Schlüpfen der Parasitenlarve erfolgt, blieben diese Tiere in allen Fällen gesund. Dies mag ein Grund dafür sein, daß im Freien fast ausschließlich die älteren Stadien, die sich durch eine längere Fraßperiode auszeichnen, von den Fliegen belegt sind. Aber auch hier zeigte die Untersuchung von Freilandmaterial, daß ein Teil der belegten Individuen sich wieder von den Parasiten zu befreien vermag. So konnten z. B. von 111 mit Tachineneiern besetzten Larven, die im 4. und 5. Freßstadium eingetragen und bis zur Verpuppung im Laboratorium gefüttert waren, 25 die vollen Parasiteneier mit der ab-

gestreiften Haut entfernen. Über eine ähnliche Beobachtung bei der Rübenblattwespe berichtete auch schon Martelli (1932, S. 331).

Die Einwanderung der Parasitenlarve in den Wirt läßt sich erst nach erfolgtem Hautwechsel feststellen, da die Tiere durch die dünne, dem Wirt anliegende Seite des Chorions unmittelbar in den Körper eindringen. Während der Fraßperiode ist diese Stelle beim Wirt oft als schwarzer Fleck erkennbar. Aber auch im Einspinnstadium sind die Stellen, an denen die Larven von *T. rustica* eingedrungen sind, als kleine Öffnungen, durch die das Hinterende der Parasiten mit der Außenwelt in Verbindung steht, auf dem graublauen Farbton des Wirtes leicht zu finden. Um diese Stellen legt sich ein schmaler, brauner Ring, das Ende eines kräftig chitinisierten, dunkelbraun gefärbten Trichters, der sich nach innen in einen dünnwandigen, sogenannten Sack fortsetzt. Durch diese Einrichtung bleiben die in den „Kammern" lebenden Parasitenlarven mit ihren Hinterstigmen mit der Außenluft in Verbindung, während sie mit ihrem Vorderende zur Nahrungsaufnahme frei in die Leibeshöhle des Wirtes ragen. Diese Hüllen haben nach Baer (1921, S. 29), da sie stets am vorderen Pol in der Mundregion der Parasitenlarve offen bleiben, nicht als Abwehrmaßnahme von seiten des Wirtes zu gelten, obwohl sie von ihm gebildet werden. Bei einer im März 1936 durchgeführten Präparation von mehreren parasitierten Larven, die im Herbst 1935 eingetragen wurden, waren die leider nicht determinierten Tachinenlarven jedoch vollständig von einer Schutzhülle umgeben (s. Abb. 19). Ob hier ähnlich wie bei den Blattwespenlarven eine Latenzperiode eingeschaltet oder eine vollkommene Abkapselung durch den Wirt erfolgt war, läßt sich nicht mit Sicherheit sagen. In vielen Fällen gaben jedenfalls die nur wenig entwickelten Larven nach Entfernen der Hüllen eindeutige Lebenszeichen von sich.

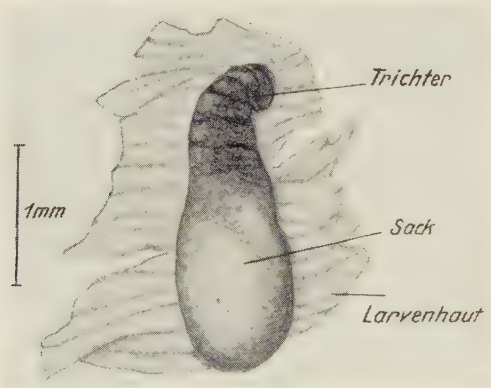


Abb. 19. Junge Tachinenlarve, eingeschlossen durch Trichter und Sack

3. Ichneumoniden

Die Ichneumoniden besitzen anscheinend für die Rübenblattwespen nur geringe Bedeutung. Bisher wurden lediglich *Perilissus lutescens* Holmgr. von Brischke (1871, S. 71) und Torka (1928, S. 47) und *Mesoleius ciliatus* Holmgr. aus Rußland von N. F. Meyer (nach brieflicher Mitteilung von Kupka) als Parasiten gemeldet. Weitere biologische

Einzelheiten oder Angaben über den epidemiologischen Wert der Wespen liegen nicht vor. Martelli konnte in Italien keine Ichneumoniden aus Rübenblattwespenlarven ziehen.

Im eigenen Material schlüpften aus den im Boden überwinterten Kokons insgesamt 2 ♂ + 9 ♀ von *Mesoleius ciliatus*[1]) Holmgr., 3 ♂ von *Perilissus lutescens*[1]) Holmgr., 1 ♂ und 5 ♀ von *Acanthocryptus flagitator*[1]) Rossi und 3 Stück *Anilasta*[1]) spec. Von diesen ist die Zucht von *A. flagitator* und *Anilasta* spec. aus *A. colibri* neu. Boie (1855, S. 93) erhielt *A. flagitator* aus Puppen von *Depressaria heracliana*.

4. Chalcididen

Aus der Familie der Chalcididen ist nur *Perilampus italicus* Fabr. als Parasit der Rübenblattwespe bekannt (Bogdanow-Katjkow 1932, S. 167; Martelli 1932, S. 327). Dieser auffallend große Chalcidier mit dunkel-stahlblauem Kopf und Hinterleib und metallisch rot-golden glänzenden Rückenpartien wurde von mir aus im Herbst eingesammeltem Material in 6 Exemplaren gezogen.[2])

Die Lebensgewohnheiten von *P. italicus* hat Martelli eingehend beobachtet. Er fand die Zehrwespen im Freien immer zur Flugzeit der Rübenblattwespen. Sie waren verhältnismäßig träge und ließen sich leicht einfangen. Ihre Eier, aus denen die Larven bei fast konstanten Temperaturen von 18 bis 19° C nach 14 bis 15 Tagen schlüpften, legten die Weibchen an Blattnerven oder -stiele der Wirtspflanzen von *A. colibri*. Die frisch geschlüpften Larven bewegten sich auf den Blättern, um sich hier und dort mit den Hinterleibssegmenten festzusetzen. Sobald sich eine Afterraupe näherte, richteten sie den Körper auf und führten kreisförmige Suchbewegungen aus, wie wir sie von einigen Tachinenarten her kennen, um den Wirt zu erreichen.

5. Wirtschaftliche Bedeutung der Parasiten

Sämtliche bekannten Schmarotzer der Rübenblattwespe, die zum Teil weit verbreitet und recht häufig sind, befallen ihren Wirt im Larvenstadium. Am häufigsten waren im untersuchten Schadgebiet die Tiere von **Nematoden** parasitiert. Sie haben sogar auf einem Senfschlage eine Blattwespenpopulation (93 % Befall, s. S. 505) praktisch vernichtet. Wir können jedoch dieser Beobachtung einstweilen nur örtliche Bedeutung beimessen, da die zur gleichen Jahreszeit auf Steckrüben und Kohl gesammelten Larven in allen Jahren gesund waren.

Der Befall durch **Tachinen** trat in allen Fällen erst bei der Herbstgeneration stärker hervor. Im Höchstfalle waren 23 % der untersuchten Larven belegt. Das Ansteigen der Befallskurve bei der 2. Generation

[1]) det. Kupka, Oderberg.
[2]) det. Sachtleben, Berlin-Dahlem.

steht vermutlich mit der in den Spätsommer fallenden Hauptflugperiode von *T. rustica* in Zusammenhang. Ein wesentlicher Teil der Tachineneier kann aber, wie wir sahen (s. S. 507), durch den nächsten Hautwechsel des Wirtes vorzeitig entfernt und damit vernichtet werden. Die übrigen Fliegenarten, die sehr poliphage *Lydella nigripes* und die Meigenien, als charakteristische Wirte von Blattkäferlarven (Baer 1921, S. 134), haben anscheinend nur sehr geringe Bedeutung.

Hymenopteren (Ichneumoniden und Chalcididen) kamen in Schleswig-Holstein in den Blattwespenlarven im Vergleich zu Nematoden und Tachinen nur selten vor. Sie scheinen — vielleicht mit Ausnahme von *P. italicus*, den Martelli in Italien häufiger beobachtete — zur Hauptsache bei *A. colibri* nur Gelegenheitsparasiten zu sein, die für sie praktisch keine Rolle spielen.

IX. Bekämpfung

Zum Abtöten der im Boden ruhenden Kokons werden verschiedene Kulturmaßnahmen empfohlen, wie sorgfältiges Eggen, häufiges Schälen oder wiederholtes Hacken, um die Tiere an die Erdoberfläche zu bringen, wo sie den Witterungseinflüssen (Sonnenbestrahlung) oder ihren Feinden (Krähen, Stare u. a. Insektenfresser) erliegen sollen (Schwarz 1918, S. 210; Bogdanow-Katjkow 1932, S. 168). Der exakte Nachweis, wie weit derartige Mittel aber in der Tat helfen, steht noch aus. Auch die unsteten, im Freilande nur wenig auffälligen Wespen und die in Blattränder abgelegten Eier lassen sich praktisch nicht vernichten. Verhältnismäßig leicht sind dagegen die Larven zu fassen.

In der älteren Literatur wird vielfach die Bekämpfung der Larven auf **biologischem** Wege durch Geflügel erwähnt, das man auf die befallenen Schläge treiben soll. Diese Maßnahmen haben aber nur auf kleineren Flächen Aussicht auf Erfolg. Hühner und Enten werden dagegen den Kahlfraß im Felde, der gegen Ende der Fraßperiode bei günstiger Witterung und hinreichendem Besatz in 1—2 Tagen erfolgen kann, kaum verhindern.

Eine andere Maßnahme, das **Walzen** der Saaten, ist nur sehr beschränkt durchführbar. Viele Kulturen vertragen zur Zeit des Befalls eine schwere Walze nicht mehr, und andererseits werden auch beim Walzen noch viele Raupen, die zwischen Erdschollen fallen, am Leben bleiben.

Zu erwähnen ist noch der Vorschlag früherer Autoren (Curtis), die Larven mit Hilfe von **Ruß, Asche** oder **Kalk** zu bekämpfen. Diese Mittel vermögen vielleicht die Tiere vorübergehend abzuschrecken, eine tödliche Wirkung wird man kaum erwarten können.

Eine ganze Reihe wirklich brauchbarer Mittel hat die chemische Industrie herausgebracht. Hier sind zunächst Fraßgifte zu nennen, die gegen die Rübenblattwespe mit gutem Erfolg eingesetzt wurden. Von den

arsenhaltigen Mitteln haben sich vor allem folgende bewährt: Das als Schweinfurter Grün oder Pariser Grün bekannte Kupferacetatarsenit (Jacky 1902, S. 109; Bogdanow-Katjkow 1932, S. 168), das Calciumarseniat (Romanowa 1931, S. 564; Bogdanow-Katjkow 1932, S. 168; Zolk 1932, S. 7; Martelli 1932, S. 333) und das Gralit (Zolk 1932, S. 7). Diese Präparate haben aber den Nachteil, daß sie für Mensch und Vieh giftig sind. Ihre Verwendung ist daher bei Befall von Gemüse und Futterpflanzen, die oft von der Rübenblattwespe heimgesucht werden, nicht zu empfehlen. Als Ersatzmittel mit geringerer Giftigkeit sind die Fluor- oder Kieselfluorverbindungen (Schtschegolew, Snamensky 1937, S: 401; Martelli 1932, S. 333) und die für Menschen und Haustiere ungefährliche 1—2 prozentige Bariumchloridlösung (Romanowa 1931, S. 564) zu nennen.

In der modernen Schädlingsbekämpfung werden die **Kontaktmittel** bevorzugt, von denen sich mehrere Pyrethrum-Derris-Präparate auch gegen die Rübenblattwespenlarven bewährten.

Der erste Bekämpfungsversuch wurde im Juli 1936 auf Steckrüben durchgeführt. Das Feld lag in unmittelbarer Nachbarschaft eines Senfschlages, der bereits stark gelitten hatte und von dem aus eine Abwanderung der Larven in breiter Front auf die angrenzenden, noch unbefallenen Rüben erfolgte. Die Raupen befanden sich vorwiegend im 4., vereinzelt im 3. und 5. Freßstadium. Zur Anwendung kamen 3 Derris-Pyrethrum- (A, B und C) und 2 Pyrethrum-Stäubemittel (D und E). Mit Ausnahme des Pyrethrumstäubemittels E, das bereits 1934 bezogen wurde, waren die Mittel 1935 bei der Zweigstelle eingegangen. Verstäubt wurden die Präparate mit Hilfe kleiner Gazebeutel. Die einzelnen Parzellen mit je 400 (8×50) Pflanzen waren derart gewählt, daß sie alle hintereinander lagen und auf der einen Seite den Senfschlag als Grenze hatten. Während der Versuchsdauer herrschte trockenes, warmes Sommerwetter.

24 Stunden nach der Behandlung wurde die Kontrolle vorgenommen. Das Ergebnis ist in Tabelle 19 niedergelegt. Auf den mit den Derris-Pyrethrum-Stäubemitteln A und B behandelten Parzellen waren über 90% der vorgefundenen Tiere tot. Das Derris-Pyrethrumstäubemittel C blieb dagegen in der Wirkung zurück. Die geringste Abtötungsziffer (4,5%) zeigte die mit Pyrethrumstäubemittel D behandelte Parzelle. Während bei diesem Präparat die bestäubten, aber noch lebenden Larven eine deutliche Freßunlust zeigten, ließen bei Pyrethrumstäubemittel E die überlebenden Tiere keinerlei Schädigung erkennen. In großer Zahl konnte man sie auf den Blättern bei normaler Fraßtätigkeit sehen. Ja, es erfolgte sogar auf die mit diesem Mittel behandelte Fläche eine weitere Zuwanderung vom Senfschlage her, die im übrigen nur noch bei der Kontrollparzelle zu beobachten war.

Diese Ergebnisse konnten zu Anfang Juli 1937 auf befallenen Steckrüben nochmals nachgeprüft werden. Zur Zeit der Behandlung waren

Tabelle 19

Bekämpfungsversuche mit Kontaktmitteln

Mittel	1936			1937		
	24 Stunden nach der Behandlung		Tote in %	24 Stunden nach der Behandlung		
	Anzahl der lebend. Larven an 3 Pflanzen	Anzahl der toten Larven an 3 Pflanzen		Anzahl der lebend. Larven an 5 Pflanzen	Anzahl der am Boden liegend. krank. Larven an 5 Pflanzen	Anzahl der toten Larven an 5 Pflanzen
Derris-Pyrethrum-Stäubemittel A	1	180	99,5	8	24	173 (84,3%)
„ „ „ B	14	291	95,5	—	—	—
„ „ „ C	108	56	65,9	10	41	27 (34,6%)
Pyrethrum-Stäubemittel D . .	255	12	4,5	1	20	35 (62,5%)
„ „ E . .	214	68	24,1	20	113	43 (24,4%)
Kontrolle	282	2	0,7	—	—	—

Anmerkung. Lagerungsalter der Mittel: beim Versuch 1936 1 Jahr (Präparat E 2 Jahre), beim Versuch 1937 1—4 Monate.

diesmal die Larven in der Entwicklung schon weiter vorgeschritten und hatten in der Mehrzahl bereits das letzte Freßstadium erreicht. Die Präparate kamen mit Hilfe von Rückenverstäubern zur Anwendung. Je Hektar wurden ungefähr 20—30 kg des Mittels benötigt. Die Witterung war für die Behandlung günstig. Das Thermometer zeigte bei trockenem, windstillen Wetter sommerliche Temperaturen (Tagesdurchschnitt 19—20° C). Nach einer Einwirkungsdauer von rund 24 Stunden erfolgte die Kontrolle, deren Ergebnis ebenfalls in Tabelle 19 enthalten ist. Es wurden 3 Gruppen Larven unterschieden: 1. gesunde Larven, die noch an den Blättern fraßen, 2. kranke Tiere, die unter den Pflanzen lagen, aber beim Berühren noch deutlich reagierten, und 3. tote Larven.

Mit dem Derris-Pyrethrumstäubemittel A wurde wiederum die höchste Abtötung erzielt. Nur etwa 4% der Tiere erwiesen sich nach 24 Stunden noch lebensfähig. Auf den mit den übrigen Giften behandelten Flächen war die Zahl der völlig gesunden Tiere ebenfalls gering. Der Prozentsatz an toten Individuen konnte jedoch nicht restlos überzeugen. In den meisten Fällen lagen die Larven, von denen sicherlich später noch viele zugrunde gingen, sichtbar beschädigt und verkrampft am Boden. Ein weiterer, nicht geringer Anteil — vor allem bei dem Derris-Pyrethrumstäubemittel C und dem Pyrethrumstäubemittel D — dürfte, da die Tiere zahlenmäßig stark zurückgegangen waren, bald nach dem Stäuben sich im Boden verkrochen haben und bei der Kontrolle nicht erfaßt sein. Die reinen Pyrethrum-Präparate, die in diesem Jahre nur einige Monate im Institut gelagert hatten, brachten gegenüber dem Vorjahre wesentlich günstigere Ergebnisse (vgl. Tabelle 19, Präparat D im Versuch 1936 und

1937). Auch bei dem Pyrethrummittel E waren Unterschiede ermittelt, die in Tabelle 19 hervortreten, wenn wir nicht die Anzahl der toten Larven, sondern die Ziffern der ersten Spalten (Anzahl der lebenden Larven) miteinander vergleichen.

In einem letzten feldmäßig angelegten Versuch auf einem Kohlfeld gegen Ende Juli 1938 wurden die nahezu ausgewachsenen Larven mit einem weiteren Derris-Pyrethrum-Präparat behandelt. Eine wiederholte Kontrolle war wegen der entfernten Lage des Schlages nicht möglich. Es wurden daher schon nach einer Einwirkungsdauer von $^1/_2$ Stunde die Larven von mehreren Pflanzen abgesammelt, in Beuteln mit unbehandelten Kohlblättern eingetragen und im Laboratorium untersucht. Am nächsten Tage lebten von 119 Larven noch 14 Stück. Von diesen Larven erreichten 8 Tiere das Einspinn- und nur 4 das Kokonstadium. Dagegen hatten 30 unbehandelte Raupen nach einigen Tagen ihre Fraßperiode beendet und sich sämtlich eingesponnen.

Die Feldversuche hatten lediglich ein praktisches Ziel: Es sollte die Wirkung der in der Zusammensetzung verschiedenen Handelspräparate auf die Larven der Rübenblattwespe bei feldmäßiger Behandlung geprüft werden. Dabei zeigten sich die aus Derris und Pyrethrum zusammengesetzten Präparate den reinen Pyrethrummitteln in allen Versuchen überlegen. Die pyrethrinhaltigen Stoffe, die sich nach den bisherigen Erfahrungen gegen Nacktraupen, wie z. B. Blattwespenlarven, ganz besonders bewähren sollen, brachten nur Teilerfolge. Sie hatten anscheinend durch längere Lagerung an Giftigkeit verloren, wie bereits wiederholt beobachtet wurde (vgl. Thalenhorst 1936, S. 634). Nur frisch hergestellte Pyrethrum-Präparate sichern Erfolge. Man wird daher bei der Bekämpfung von *A. colibri* den kombinierten Mitteln (Derris-Pyrethrum-Stäubemittel) den Vorzug geben.

Die Ergebnisse von Freilandversuchen sind natürlich stets von Witterungsverhältnissen abhängig. Wir wissen aber aus Untersuchungen, in denen der Einfluß von Außenfaktoren auf die Giftwirkung ermittelt wurde, daß die Wirkung der Kontaktmittel wesentlich weniger vom Wetter beeinflußt wird als bei den gebräuchlichen Magengiften. Während diese z. B. nur bei normaler Fraßtätigkeit zur Wirkung kommen, kann man mit Kontaktmitteln auch in Zeiten geringerer Nahrungsaufnahme höchste Todesziffern erzielen. Sogar Niederschläge, die der Behandlung folgten, vermochten den Bekämpfungswert der Mittel nicht herabzudrücken, sondern erhöhten vielmehr noch die Abtötungsziffer (Gösswald 1934, S. 518; Thalenhorst 1936, S. 651). Es ist also zu erwarten, daß man die Kontaktgifte auch unter anderen Witterungsbedingungen, als sie zur Zeit der mitgeteilten Versuche herrschten, mit gutem Erfolge anwenden kann.

X. Zusammenfassung

1. Die Rübenblattwespe trat in den Jahren 1935—1938 in Schleswig-Holstein an mehreren Stellen schädigend auf. Diese Fälle gaben den Anlaß, die Biologie dieses Insektes zu überprüfen.

2. Gestalt und Färbung der Entwicklungsstadien vom Ei bis zur Imago werden beschrieben.

3. Die Weibchen überwiegen zahlenmäßig. Die Männchen sind aber wesentlich fluglustiger, so daß sich ihre zahlenmäßige Unterlegenheit auf die Fortpflanzung nicht nachteilig auswirkt. Die Weibchen legen befruchtete und unbefruchtete Eier, doch ist für die Erhaltung der Art eine Begattung der Weibchen notwendig, da sich aus parthenogenetisch entstandenen Eiern nur Männchen entwickeln.

4. Zur Ausbildung der Eier müssen die Wespen Nahrung aufnehmen, die sie auf blühenden Unkräutern, Kruziferen und Umbelliferen finden. Im Freilande reifen die Eier durchweg in 4—7 Tagen. Die Zahl der abgelegten Eier schwankt je nach den Lebensbedingungen. In Gefangenschaft legten unbegattete Weibchen 28—102 Stück. Die Eier werden mit Hilfe des Sägeapparates in die Blattränder, zwischen Parenchym und Epidermis der Unterseite abgelegt. Bevorzugte Brutpflanzen sind Ackersenf, Ackerhellerkraut und Weißer Senf. Daneben werden viele Brassicaarten befallen.

5. Die Eier sind dünnhäutig und nehmen während der Embryonalentwicklung an Größe zu. Die Entwicklungsdauer ist von der Temperatur abhängig und normalerweise nach 4—12 Tagen beendet.

6. Die frisch geschlüpften Larven fressen auf der Unterseite der Blätter und erzeugen dort Fenster- und Lochfraß. Sie sind ihrer Umgebung gut angepaßt. Gegen Ende der Fraßperiode erhalten die Larven allmählich einen schwarzen Farbton, erscheinen auf der Oberseite und verzehren die Blätter vom Rande her. Es lassen sich 5 Freßstadien und 1 Einspinnstadium unterscheiden, das in der Färbung von den übrigen stark abweicht. Die Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von der Temperatur ist für die einzelnen Stadien tabellarisch dargestellt. Zur Verpuppung wandern die Tiere in den Boden und spinnen sich in 1—5 cm Tiefe ein.

7. Das Kokonstadium verläuft in mehreren Entwicklungsphasen. Nach dem Einspinnen verwandelt sich die Larve in die Eonympha. Diese stellt das Überwinterungsstadium der Rübenblattwespe dar. Darauf folgt das Pronymphastadium, das stets nur wenige Tage dauert. Der Übergang von der Pronympha zur Puppe ist an einen Hautwechsel gebunden. Auch die eigentliche Puppenruhe ist nur kurz. Eine letzte Häutung ist mit dem Schlüpfen der Imago verbunden, die schon im Kokon flugfähig wird.

8. Die Erscheinung des Überliegens kommt bei der Rübenblattwespe vor. Im Laboratorium trat die Diapause in allen Zuchten während der Herbstmonate ein. Sie ist nicht erblich festgelegt, sondern wird offenbar durch Außenfaktoren ausgelöst.

9. Die Rübenblattwespe hat in Schleswig-Holstein normalerweise 2 Generationen im Jahr.

10. Die Rübenblattwespe ist über ganz Europa verbreitet. Daneben sind die Wespen auch in Libyen und Kleinasien bekannt. In Japan kommt eine Abart vor, *Athalia colibri* Christ, v. *japonensis* Rohw.

11. Die Larven verursachen, da sie fast stets in großen Mengen erscheinen, durchweg Kahlfraß. Das Schadbild ähnelt sehr dem des großen Kohlweißlings, *Pieris brassicae*.

12. Als Parasiten der Rübenblattwespe wurden vom Verfasser gezogen: Nematoden (*Mermis albicans* Sieb.), Tachinen (*Tachina rustica* Meig.; *Meigenia mutabilis* Fall.), Ichneumoniden (*Mesoleius ciliatus* Holmgr.; *Perilissus lutescens* Holmgr.; *Acanthocryptus flagitator* Rossi und *Anilasta* spec.) und Chalcididen (*Perilampus italicus* Fabr.). Die wirtschaftliche Bedeutung der Parasiten war gering.

13. Bei der Bekämpfung haben sich Arsenmittel gut bewährt. Im Gemüsebau und bei Futterpflanzen muß man aber die aus Derris und Pyrethrum bestehenden Kontaktstäubemittel wegen ihrer völligen Gefahrlosigkeit für Warmblüter bevorzugen. Die kombinierten Derris-Pyrethrum-Stäubemittel wurden in Freilandversuchen mit gutem Erfolg angewandt.

Schrifttum

1. Baer, W., Die Tachinen als Schmarotzer der schädlichen Insekten. 200 S. Berlin 1921.
2. Benson, R. B., Notes on the habits and the occurrences of Athalia species in Britian. Entom. Monthly Magazin. S. 134—137. London 1931.
3. Bogdanow-Katjkow, N. N., Überblick über die Hautflügler, die die Gemüsepflanzen schädigen. Bull. of the Leningrad Institut for controlling farm and forest-pests Nr. 3, S. 149—169. Leningrad 1932.
4. Boie, F., Beobachtungen und Bemerkungen. Entomologische Zeitung S. 89—94. Stettin 1855.
5. Brischke, C. G. A., Die Hymenopteren der Provinz Preußen. Schrift. königl. physik.-ökonom. Ges. S. 65—106. Königsberg 1871.
6. Christ, J. L., Naturgeschichte, Klassification und Nomenclatur der Insekten. 535 S. Frankfurt a. M. 1791.
7. Curtis, J., Farm Insects. London 1860.
8. Eliescu, G., Beiträge zur Kenntnis der Morphologie, Anatomie und Biologie von *Lophyrus pini* L. Zeitschr. f. angew. Entom. **19**, S. 22—67 und 188—206. Berlin 1932.
9. Fabricius, C. J., Entomologia Systematica II, S. 110. 1791.
10. Friederichs, K., Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie. Berlin 1930.
11. Gößwald, K., Die Wirkung des Kontaktgiftes Pyrethrum auf Forstschädlinge. Zeitschr. f. angew. Entomologie **20**, S. 489—530. Berlin 1934.

12. — — Physiologische Untersuchungen über die Einwirkung ökologischer Faktoren, besonders Temperatur und Luftfeuchtigkeit, auf die Entwicklung von Diprion (*Lophyrus*) *pini* L. Zeitschr. f. angew. Entom. **22**, S. 331—384. Berlin 1935.
13. Jacky, E., *Athalia spinarum* Fabr., die Rübenblattwespe. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten XII, S. 107—109. Stuttgart 1902.
14. Leach, W. E., On the external characters of the stirpes an genera of the family Tenthredinidea. The Zoological Miscellany S. 100—132. London 1817.
15. Lesne, P., Les Insectes du Navet. Journal d'Agriculture Pratique S. 178—180. Paris 1905.
16. Martelli, G. M., Notizie biologische e morfologische sull'*Athalia colibri* Christ. Bolletino del Laboratorio di Zoologia generale ed agraria S. 313—333. Instituto superiore agrario di Portici 1932.
17. Panzer, G. W., Faun. Insect. German. V, p. 49. 1798.
18. Romanowa, V. P., On Pests of Mustard in the Northern Caucasus. Ref.: Rev. Appl. Entom. **19**, p. 563—564. London 1931.
19. Schtschegolew, W. V., Snamensky, A. W., Insekten, die die Feldkulturen schädigen. S. 538. Moskau-Leningrad 1937.
20. Schwarz, M., Schutz der Ölfrüchte gegen Schädlinge. Deutsche Landwirtschaftl. Presse **45**, S. 210—211. Berlin 1918.
21. Stein, P., Die verbreitetsten Tachiniden Mitteleuropas nach ihren Gattungen und Arten. Archiv f. Naturgeschichte **90**, S. 1—268. Berlin 1924.
22. Thalenhorst, W., Versuche über die Wirkung von Kontaktstäubemitteln auf *Pieris brassicae* L. Zeitschr. angew. Entom. **23**, S. 615—652. Berlin 1936.
23. Torka, V., Ein Schädling des weißen Senfs. Anzeiger f. Schädlingskunde S. 47. Berlin 1928.
24. Zolk, K., Massenauftreten der Rübenblattwespe (*Athalia spinarum* F.) im Jahre 1931. Mitteilungen der Versuchsstation f. angew. Entom. der Universität Tartu S. 7.

Entomophthoraceen-Studien V—VI

Von

Prof. Dr. **Georg Lakon,** Hohenheim-Stuttgart

(Mit 15 Textabbildungen)

V. *Empusa Weberi*, nova spec.

Von Herrn Prof. Dr. Hermann Weber, Münster i. Westf., erhielt ich kürzlich die Mitteilung, daß dort an Larven einer Neuroptere und zwar einer *Rhaphidia*-Art das Auftreten eines *Empusa*-artigen Pilzes beobachtet wurde, der den ganzen Hinterleib der Tiere durchwuchert und schließlich bei den noch vollkommen beweglichen Larven an den Seiten der Hinterleibssegmente in Gestalt von regelmäßigen, polsterförmigen, durchaus symmetrisch angeordneten Rasen hervorbricht. Diese Rasen bestehen aus parallel verlaufenden Schläuchen, die an der Spitze je eine Spore abschnüren. Da Neuropteren von Entomophthoraceen nur wenig befallen werden,[1]) erschien mir der Fall besonders interessant, was Herrn Weber veranlaßte, mir sein Material, darunter sehr instruktive, gefärbte Mikrotompräparate zur Verfügung zu stellen, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen Dank ausspreche.

Die nähere Untersuchung des Pilzes ergab, daß es sich um eine Entomophthoracee mit Konidien nach dem *Truncata companiformis*-Typus[2]) handelt, wie sie nur bei *Empusa Muscae* Cohn und *Lamia Culicis* (A. Braun) Nowak. vorkommen. Da die Konidien mehrkernig und die Konidienträger völlig unverzweigt sind, während Cystiden und Haftfasern vollkommen fehlen, handelt es sich um eine *Empusa*-Art, die aber — wie ich weiter unten darlegen werde — von *Empusa Muscae* deutlich verschieden ist und der ich den Namen *Empusa Weberi* gebe.

Die neue Art ist in allen ihren Entwicklungsstadien äußerst typisch (Abb. 1—15). Im Inneren des befallenen Tieres treten auf: große, unregelmäßig rundliche Zellen („Hyphenkörper") mit großen Vakuolen (Abb. 1 bis 6), desgleichen solche von amöboidem Wuchs (Abb. 7—9), sowie schlauchförmig ausgewachsene Zellen und zwar zum Teil mit beginnender Ver-

[1]) Lakon, Die Insektenfeinde aus der Familie der Entomophoraceen. (Zeitschr. f. angew. Entomologie V, 1919, S. 161—216). S. 193.

[2]) Lakon, a. a. O. S. 167.

zweigung (Abb. 10—12). Schließlich brechen die Konidienträger hervor. Die Abbildungen zeigen Konidienträger vor der Bildung von Konidien (Abb. 13), sowie solche mit unreifen und reifen Konidien (Abb. 14), und schließlich eine reife, bereits abgeschleuderte Konidie (Abb. 15). Die Konidien sind kurz-ellipsoidisch bis kuglig, glockenförmig, am Scheitel scharf zugespitzt, mit breiter, kurz-stielartiger Basis, 12—18 μ lang und 11—16 μ breit. Diese Größenverhältnisse weichen wesentlich ab von denen bei *Empusa Muscae* mit etwa 20—30 μ Länge und 18—25 μ Breite. Letztere kosmopolitische Art kommt übrigens ausschließlich auf Dipteren vor. Die Neuropteren andererseits werden, wie bereits erwähnt, nur wenig von Entomophthoraceen befallen. Diese Tatsachen veranlassen mich, den an *Rhaphidia* gefundenen Pilz als neue Art anzusehen.

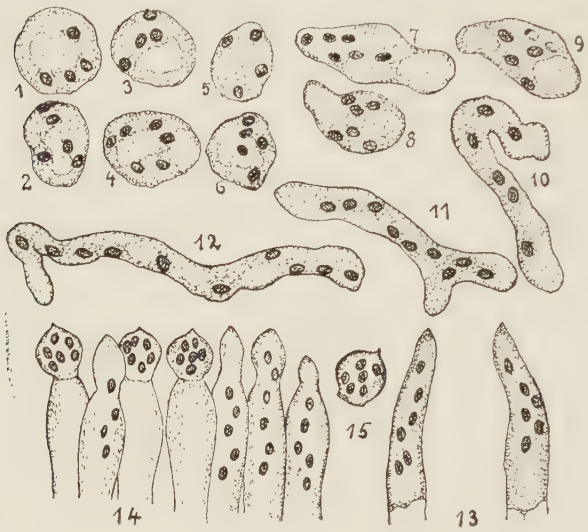


Abb. 1—15. Entwicklungsstadien von *Empusa Weberi* (Nähere Erklärungen im Text)

Die mir von Herrn Prof. Weber zur Verfügung gestellten gefärbten Präparate gestatten auch eine Feststellung der zytologischen Verhältnisse. Überall (Abb. 1—15) sind in den Zellen, Konidienträgern und Konidien die zahlreichen Kerne zu sehen. Bei den rundlichen „Hyphenkörpern", sowie bei den amöbenartig auswachsenden Zellen ist die Kernzahl beschränkt; meist konnten hier 6 Kerne beobachtet werden. Bei den schlauchförmig ausgewachsenen Zellen ist die Kernzahl unbeschränkt. Am Spitzenteil der Konidienträger (Abb. 13) sieht man kurz vor der Konidienbildung eine Anhäufung von meist 6 Kernen, die bei der späteren Konidienbildung (Abb. 14) in diese übergehen, so daß diese in der Regel 6 Kerne enthalten. Die Vielkernigkeit der Konidien steht im Einklang mit der hier vollständig fehlenden Verzweigung der Konidienträger.[1])

Die Diagnose lautet:

Empusa Weberi nova spec. Konidien glockenförmig mit kurz-stielartiger, breiter Basis, am Scheitel scharf zugespitzt (nach dem *Truncata campaniformis*-Typus), im Umriß leicht ellipsoidisch bis kuglig, 12—18 × 11—16 μ (durch-

[1]) Vgl. Lakon, a. a. O. S. 166.

schnittlich 16 × 13 μ) groß, farblos, mehrkernig. Konidienträger einfach unverzweigt. Dauersporen unbekannt. Cystiden und Haftfasern fehlen. In den Larven von *Rhaphidia* spec.[1]) an Kiefernstämmen in Westfalen (bei Dortmund an der Landstraße Brechten—Lünen). Die befallenen Tiere befestigen sich durch Kontraktion der Beine am Substrat.

VI. Charakteristik der Gattung *Empusa* und Schlüssel zum Bestimmen ihrer Arten

Die Unterscheidung der *Empusa*-Arten voneinander geschieht in erster Linie durch die Form und die Größenverhältnisse der Konidien. Für die Konidienformen sind die von mir a. a. O. S. 167 aufgestellten Typen maßgebend. In zweiter Linie ist der Kreis der Wirtstiere jeder einzelnen Art zu berücksichtigen. Die Gegenüberstellung der trennenden Merkmale im folgenden Bestimmungsschlüssel ermöglicht einen Vergleich der einzelnen Arten und ihre sichere Bestimmung.

Charakteristik der Gattung *Empusa* Cohn 1855: Myzel parasitisch in Insekten, meist nur schwach entwickelt, anfangs schlauchförmig, später in kurze Glieder zerfallend. Konidienträger meist einfach, unverzweigt, selten Anfänge einer Verzweigung zeigend, aus dem befallenen Tierkörper durch dessen Leibesringe hervorbrechend. Cystiden und Haftfasern fehlend. Konidien mehrkernig, nach den Typen I—V. Dauersporen (meist als Azygosporen) vorhanden oder fehlend.

Schlüssel zum Bestimmen der bisher bekannten *Empusa*-Arten.

1. Konidien ohne deutlichen Unterschied zwischen Basis und Scheitel (*Epapillata*-Typus I):

   E. Caroliniana Thaxt. Konidien länglich eiförmig bis länglich ellipsoidisch, mit abgerundeten Polen, 26—45 × 10—15 μ (durchschnittlich 37 × 14 μ). Konidienträger bisweilen an der Basis, innerhalb des Wirtskörpers gegabelt. Dauersporen als Azygosporen kuglig, hyalin, 37—55 μ (durchschnittlich 45 μ) im Durchmesser. Auf Dipteren. Befestigung der befallenen Tiere am Substrat durch Kontraktion der Beine.

   — Konidien mit deutlichem Unterschied zwischen Basis und Scheitel (nach den Typen II—V) 2

2. Konidien mit stielartiger, abgestutzter Basis (nach den *Truncata*-Typen II—III) 3

[1]) Über die nähere Artzugehörigkeit vgl. die nachfolgende Arbeit von Prof. Weber.

— Konidien mit mehr oder weniger papillöser, nicht stielartiger Basis (*Subpapillata*-Typus V) 6

3. Konidien am Scheitel scharf zugespitzt (*Truncata campaniformis*-Typus III) 4

— Konidien am Scheitel nicht zugespitzt (*Truncata lageniformis*-Typus II) 5

4. Konidien 20—30 × 18—25 μ groß:

E. Muscae Cohn. Dauersporen (Azygosporen) kuglig, 30 μ im Durchmesser, selten auftretend. Auf Dipteren. Die befallenen Tiere befestigen sich durch den Rüssel am Substrat.

— Konidien 12—18 × 11—16 μ groß; *E. Weberi* Lakon.

5. Konidien fast kuglig, 18—20 × 15—18 μ groß:

E. Fresenii Nowak. Dauersporen als Zyposporen durch Kopulation von kleinen rundlichen Hyphengliedern, ellipsoidisch bis schwach eiförmig, gelblich, oft später dunkel und durchsichtig werdend, durchschnittlich 30 × 19 μ groß. Auf Hemipteren. Befestigung der befallenen Tiere am Substrat durch den Rüssel.

— Konidien ellipsoidisch, flaschenkürbisförmig, durchschnittlich 35 × 20 μ (höchstens bis zu 38 × 30 μ) groß:

E. lageniformis Thaxt. Konidienträger selten mit Ansätzen zu einer Verzweigung. Konidien hellgrau. Dauersporen unbekannt. Auf Hemipteren. Befestigung der befallenen Tiere am Substrat durch den Rüssel.

6. Papille der Konidie deutlich differenziert und scharf abgegrenzt, mitunter zu einer scharfen Spitze auslaufend (*Apiculata*-Typus IV):

E. Planchoniana (Cornus) Thaxt. Konidien breit-eiförmig bis fast kuglig, rund 30—40 × 28—33 μ groß. Dauersporen (Azygosporen) kuglig oder unregelmäßig, 35—50 μ im Durchmesser. Auf Hemipteren. Befestigung der befallenen Tiere am Substrat durch den Rüssel.

— Papille der Konidie deutlich differenziert, aber nicht scharf abgegrenzt, sondern allmählich in die übrige Konidie übergehend, stets abgerundet (*Subpapillata*-Typus V) 7

7. Konidien höchstens 18 μ lang, 14 μ breit:

E. saccharina (Giard) Lakon. Konidien ei- bis birnförmig, hyalin, 17—18 × 12—14 μ. Dauersporen (Zygosporen) unregelmäßig kuglig, dickwandig, farblos, undurchsichtig, 21 μ im Durchmesser. Auf Lepidopteren. Die befallenen Tiere befestigen sich durch Kontraktion der Beine am Substrat.

— Konidien mindestens 25 μ lang, 14 μ breit 8

8. Konidien in der Regel annähernd doppelt so lang als breit:

E. Lampyridarum (Thaxt.) Lakon. Konidien länglich-eiförmig, am Scheitel leicht verschmälert, mit breiter, leicht papillöser Basis,

30—37 × 14—20 μ (durchschnittlich 35 × 15 μ). Konidienträger von zweifelhafter Verzweigung. Dauersporen unbekannt. Auf Coleopteren. Befestigung der Tiere am Substrat durch die Mandibeln.

— Konidien in der Regel höchstens $1^1/_2$ mal so lang als breit, 4 Arten:

E. Aulicae Reich. Konidien ei- bis birnförmig, mit stumpfer, breitpapillöser Basis, 27—38 × 20—27 μ, hyalin. Dauersporen (Azygosporen) kuglig, rund 30—45 μ im Durchmesser, mit dicker, glatter, heller Membran. Auf Lepidopteren. Befestigung der Tiere am Substrat durch Kontraktion der Beine.

E. Grylli (Fres.) Nowak. Konidien denen von *E. Aulicae* ähnlich, 33—43 × 25—37 μ. Dauersporen (Azygosporen) kuglig, 34—40 μ im Durchmesser, mit dicker, glatter, farbloser Membran. Auf Orthopteren. Befestigung der befallenen Tiere am Substrat durch Kontraktion der Beine.

E. conglomerata (Sorok.) Thaxt. Konidien breit-eiförmig, mit stumpfer, breit-papillöser Basis, 25—40 × 22—25 μ (durchschnittlich 32 × 23 μ). Dauersporen (Azygosporen) kuglig, von wechselnder Größe (meist rund 30 μ im Durchmesser). Auf Dipteren.

E. Tenthredinis (Fres.) Thaxt. Konidien breit-eiförmig, am Scheitel leicht verschmälert, mit vorspringender, relativ schmaler papillöser Basis, 35—55 × 25—35 μ. Dauersporen unbekannt. Auf Hymenopteren. Befestigung der befallenen Tiere durch Kontraktion der Beine.

Beobachtungen über die Wirkung von Empusa Weberi Lakon auf die Larve von Raphidia ophiopsis L.

Von

Hermann Weber, Münster, Westf.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Münster, Westf.)

(Mit 14 Abbildungen)

Die in vorstehender Arbeit von Lakon erwähnten, von der neubeschriebenen *Empusa*-Art befallenen Larven von *Raphidia ophiopsis* waren ursprünglich für eine morphologische Untersuchung bestimmt, ich erhielt sie teils lebend, teils in Alkohol konserviert von dem Sammler, Herrn Dr. H. Heddergott, dem von dem Pilzbefall nichts bekannt war. Auch ich stellte die Anwesenheit der Parasiten erst fest, als ich alle überlebenden Tiere — viele waren im Fangglas schon eingegangen — nach Carnoy fixiert und in 96prozent. Alkohol gebracht hatte. Ein Teil wurde dann in Celloidin eingebettet, in 40 μ dicke Serienschnitte (aufgeklebt nach der Gelatinemethode) zerlegt und mit Hämalaun-Eosin oder Hämalaun-van Gieson gefärbt; der Rest wurde aufbewahrt und zum Teil Herrn Prof. Dr. Lakon überlassen.

In dem gesammelten Material, das nur solche Larven enthielt, die außen an der Rinde der abgesuchten Kiefernstämme gesessen hatten, war kein einziges Exemplar gesund, alle lebenden Tiere zeigten hochgradigen Pilzbefall in dem Stadium, das Abb. 1 darstellt, der Hinterleib war prall und, vor allem ventral, stark gewölbt, ja aufgebläht; die Pilzrasen, die wie flach geschorene Bürsten dorsolateral an beiden Seiten der Hinterleibssegmente hervorbrechen, waren weißlichgrau und stachen gegen den graubraunen Hinterleibsrücken deutlich ab. Die Tiere, die im Aufbewahrungsgefäß, offenbar unter der Einwirkung des Parasiten, abgestorben waren, zeigten deutliche Vertrocknungserscheinungen, der Hinterleib war flach, die Pilzrasen erschienen weniger umfangreich und dunkler grau, wie verschmutzt. Solange die Tiere lebten, war ihrem Verhalten nichts Absonderliches anzumerken, sie waren lebhaft beweglich, reagierten auf Anfassen wie gesunde Tiere durch heftiges Umsichschlagen und -beißen und bewegten sich auf der Unterlage durchaus normal. Abgestorben

hafteten sie nicht an den Glaswänden (an Rinde klammern sie sich mit den Beinen fest).

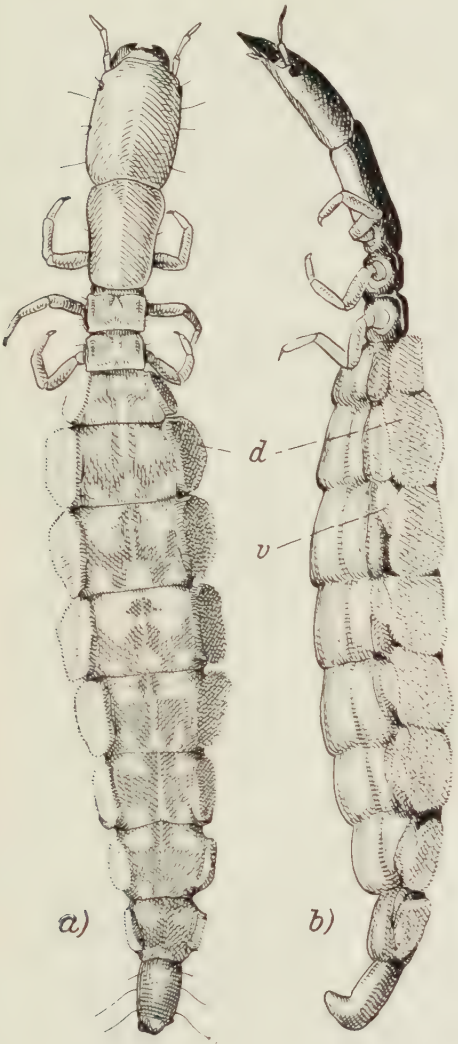


Abb. 1[1])

Da die eingesammelten Larven durchweg an der Oberfläche gesessen hatten, und da sie zu 100% krank waren, darf wohl angenommen werden, daß in einem bestimmten Befallsstadium, das wahrscheinlich mit dem Hervorbrechen der Konidienträger zeitlich übereinstimmt, die befallenen Larven ihre Schlupfwinkel unter der Rinde verlassen und endlich im Freien zugrunde gehen. Daß die ganze Population restlos verseucht war, ist sicher nicht anzunehmen, denn es wurden im gleichen Jahr an derselben Fundstelle zahlreiche Imagines gefangen, die sich bei der Untersuchung als pilzfrei erwiesen. Daß pilzverseuchte Larven auch nur das Puppenstadium zu erreichen vermögen, ist nach den unten zu schildernden, von den Parasiten angerichteten Zerstörungen keinesfalls anzunehmen.

Die Zerstörungen beschränken sich allerdings so gut wie ausschließlich auf das Abdomen, und zwar in erster Linie auf die Gewebe der Leibeshöhle und auf die Muskulatur; Kopf und Thorax bleiben völlig verschont, und so ist es denn auch nicht erstaunlich, daß die Larven auch in sehr vorgerückten Befallsstadien noch volle Beweglichkeit zeigen. Die folgenden Beobachtungen über die einzelnen Veränderungen sind an Sagittal- und Querschnitten durch Larven in dem Befallsstadium, das Abb. 1 zeigt, (Abb. 2) sowie an Querschnitten durch Larven angestellt, die unmittelbar vor dem Absterben gestanden haben müssen, da sie schon stark abgeplattet erschienen (Abb. 3).

Die **Gewebe und Organe des Kopfes und des Thorax** weisen in allen Fällen normale Beschaffenheit, insbesondere auch normale Färbbarkeit, auf, die Muskulatur läßt sehr deutlich die Querstreifung erkennen (Abb. 4, 5),

[1]) Abbildungsunterschriften siehe S. 334.

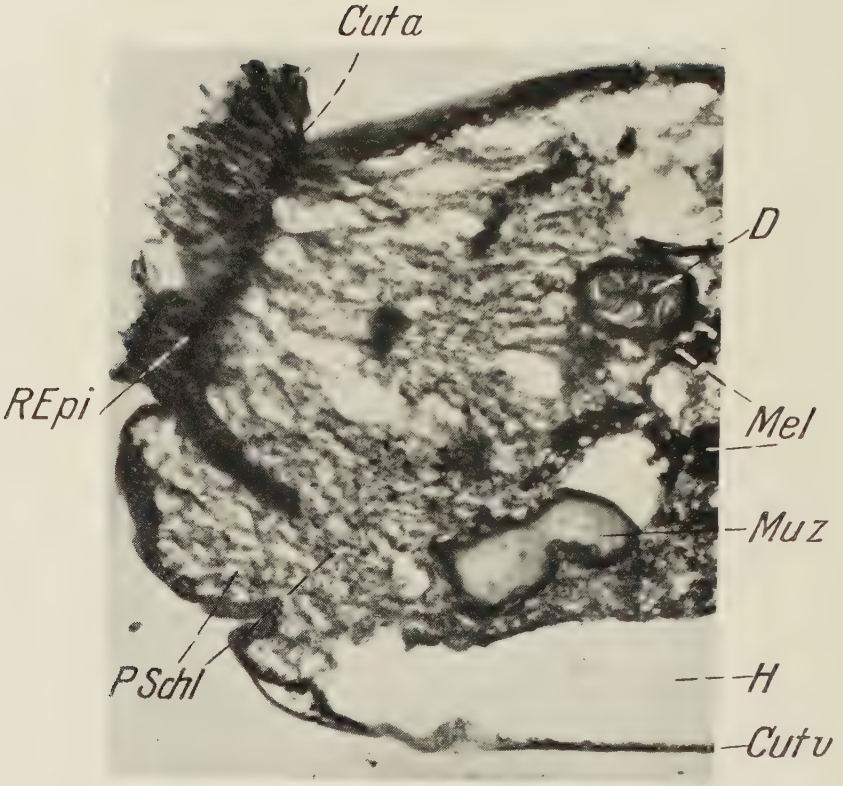


Abb. 2

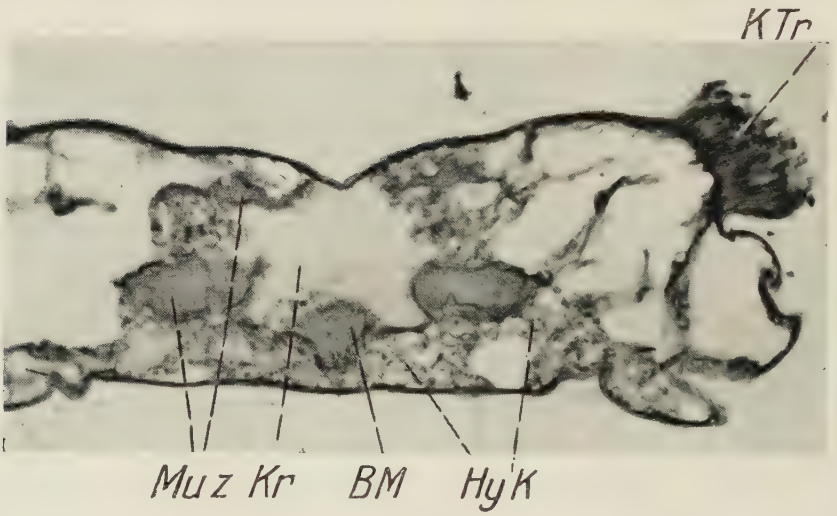


Abb. 3

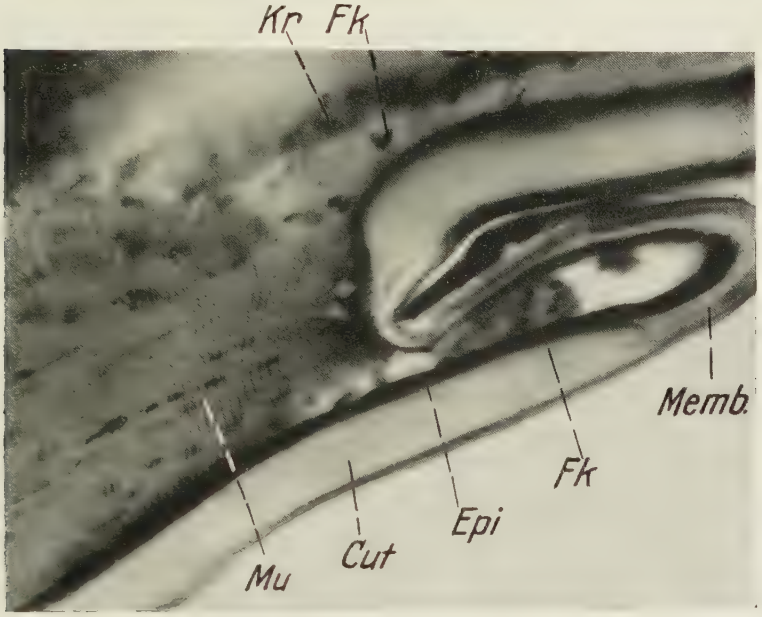


Abb. 4

Abb. 5

der Fettkörper, dessen Lappen keine Zellgrenzen zeigen, ist umfangreich und schiebt sich überall in die Hohlräume zwischen die anderen Organe hinein (Abb. 4, 5), seine Zellkerne sind rundlich, fast regelmäßig kugelig. Die einzigen erkennbaren Veränderungen zeigen die Fettkörperlappen, die auf der Grenze zwischen Thorax und Abdomen liegen (Abb. 5, 6) und die die Leibeshöhle des Thorax wie ein zwischen die Muskeln gesteckter Pfropf gegen die des Hinterleibes abriegeln. Vielleicht verhindert gerade dieser

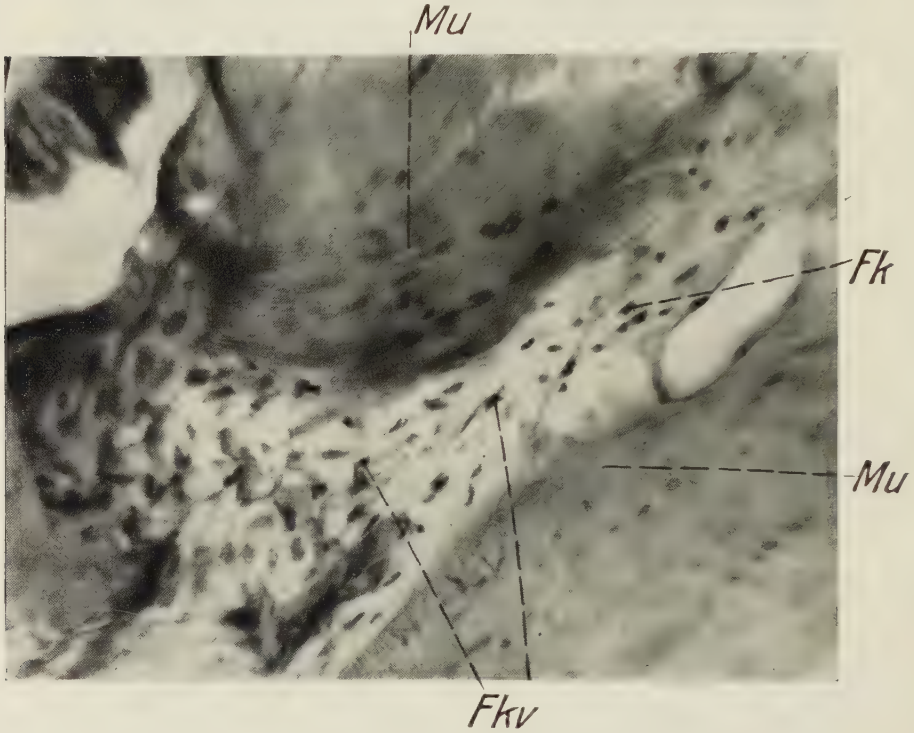


Abb. 6

Verschluß, der natürlich vom Darm, dem Nervensystem und den Tracheen durchbrochen wird, ein Vordringen der Pilzzellen in den Thorax. Jedenfalls konnten im letzteren stets nur einige ganz vereinzelte rundliche Pilzzellen (Hyphenkörper, Hy K) in den unmittelbar unter den Meso-Metarga gelegenen, im übrigen von lockeren Fettkörperlappen erfüllten Hohlräumen sowie an den Beinen nachgewiesen werden (an verschiedenen Individuen, s. Abb. 5, 7). Davon abgesehen sind Kopf und Thorax völlig pilzfrei, auch der oben genannte Pfropf von Fettzellen weist keine eingedrungenen Pilzzellen oder -schläuche auf, wohl aber eine deutliche Veränderung der Kerne, die auf eine vermutlich chemische Fernwirkung der Parasiten schließen lassen. Die Kerne sind nämlich hier nicht rundlich, sondern

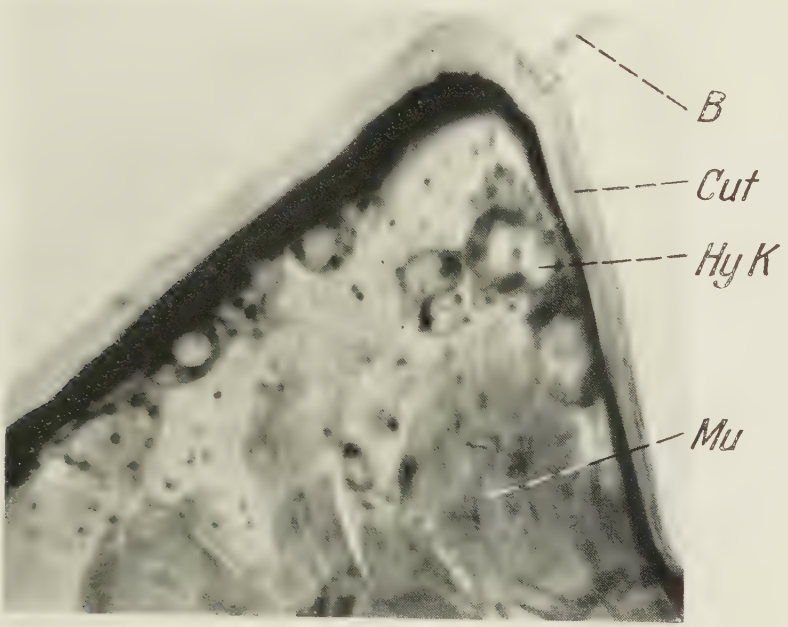


Abb. 7

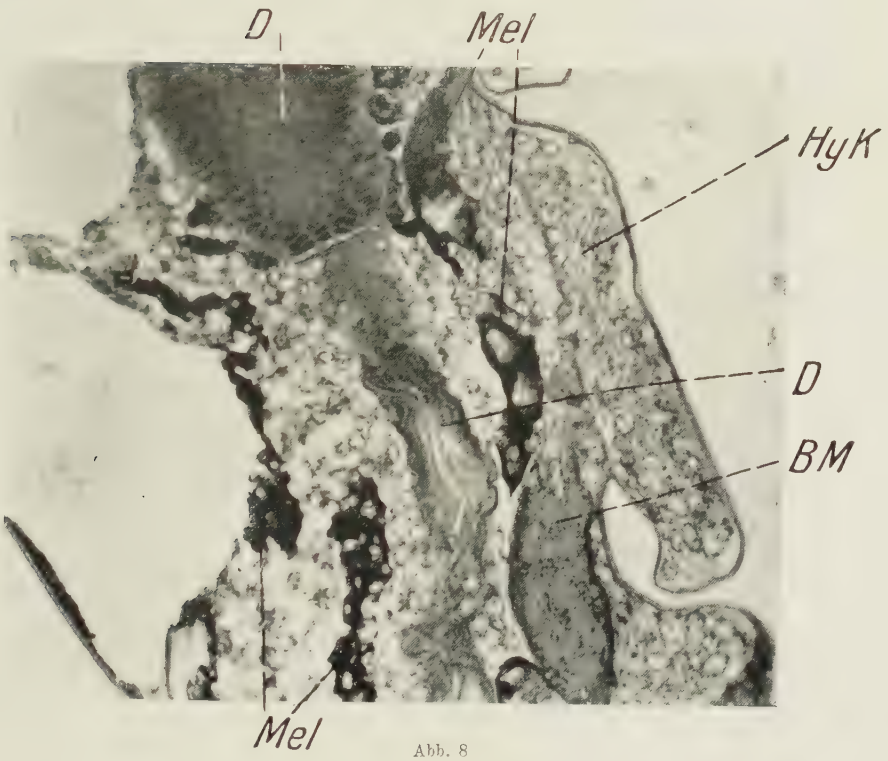


Abb. 8

sternförmig, gelappt oder gar in kleine Fetzen zerrissen, ein Zustand, der nach vorn allmählich in den gewöhnlichen übergeht (Abb. 6).

Auffallend wenig verändert ist, nicht nur im Thoraxteil (Abb. 5), sondern in seinem ganzen Verlauf, der **Darm**. Auch die im Hinterleib gelegenen Teile, besonders der dickwandige, umfangreiche Mitteldarm (Abb. 8) und das zartwandige Rectum (Abb. 9, 10) mit seinen mächtigen Rectalpapillen sind bis in die feinsten histologischen Einzelheiten noch wohl erkennbar, die Kerne sind nicht pyknotisch oder sonstwie verändert, höchstens die Umrisse sind auf dem Querschnitt durch andrängende Pilzzellen etwas unregelmäßig (Abb. 2). Es darf also angenommen werden, daß auch die Darmtätigkeit bis in die letzten Befallsstadien hinein normal bleibt. Dasselbe geht aus der Anhäufung großer Mengen von unverdau-

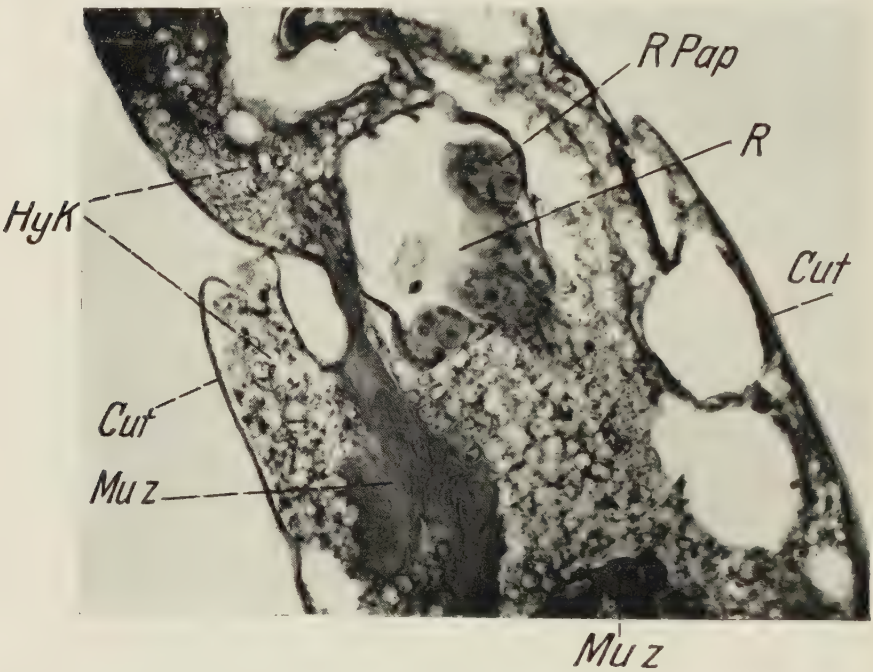


Abb. 9

lichen Resten von Beutetieren im Kropf und in weiter hinten gelegenen Teilen des Darmlumens der befallenen Tiere hervor, die offenbar bis kurz vor ihrem Ende Nahrung aufnehmen und verdauen.

Die **Ganglienknoten** des Hinterleibes zeigen zwar vor allem im vorgeschrittenen Befallsstadium (Abb. 3) eine leichte Schrumpfung, und zuweilen treten im Innern kleine Hohlräume auf, die den thorakalen und Kopfganglienmassen fehlen, aber ihre Färbbarkeit ist nicht wesentlich beeinträchtigt und in ihr Inneres dringen, soweit sich feststellen ließ,

keine Zellen oder Ausläufer des Parasiten ein (Abb. 8, BM). Über das **Rückengefäß** und das Tracheensystem konnte ich keine sicheren Anhaltspunkte gewinnen, da derart dünne Organe, rings von Pilzfäden und -zellen umgeben, auf den dicken Schnitten schwer erkennbar und keinesfalls genau untersuchbar sind. Die groben **Tracheenäste** sind jedenfalls unverändert, die Zellkerne ihrer Matrixzellen sind normal (Abb. 12 TrW). Die besonders zarten **Gonadenanlagen** (Abb. 11) liegen im Hinterleib dicht von

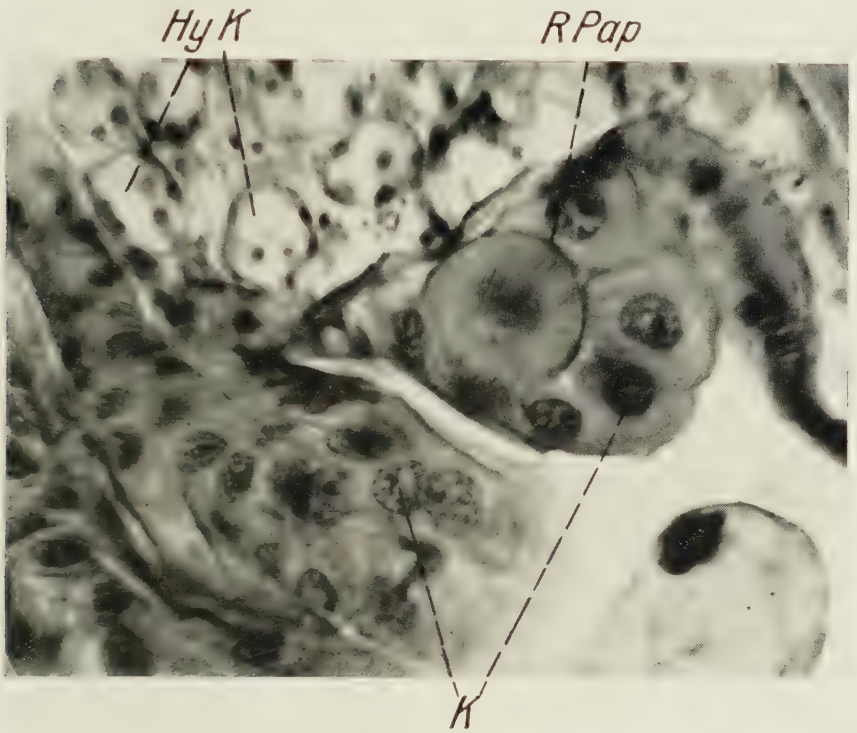


Abb. 10

Pilzmassen umgeben und sind hinsichtlich ihrer Färbbarkeit und des Feinbaues ihrer Zellen völlig unverändert, zeigen aber deutliche Angriffe durch den Pilz derart, daß die freien Enden der Gonadenschläuche (EGo) deformiert erscheinen, ohne eigentlich angefressen zu sein.

Sehr auffällig ist die Veränderung der **Abdominalmuskulatur**, und zwar beginnen die Krankheitserscheinungen mit ganz scharfer Grenze an der Hinterleibsbasis. Die ventralen Längsmuskeln (Mu) z. B. die vom Metasternum an dem oben erwähnten Fettkörperpfropf vorbei an den Vorderrand des ersten abdominalen Sternums ziehen (Abb. 6), erscheinen im Präparat typisch rosa, haben glatte Umrisse und zeigen die Querstreifung so deutlich wie die Muskeln auf Abb. 4. Die unmittelbar von

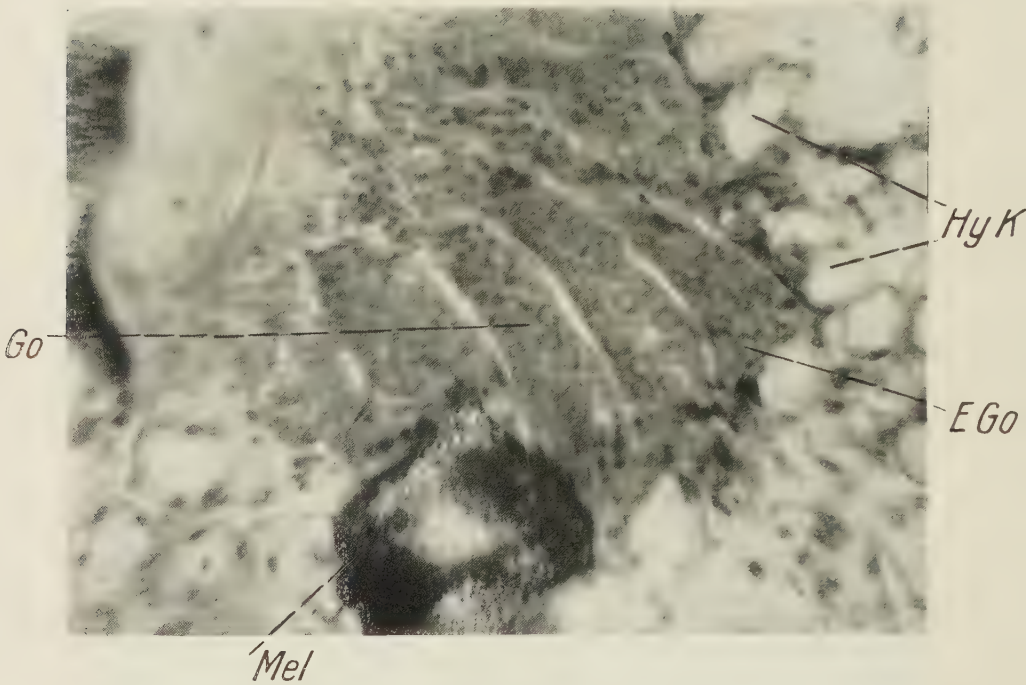


Abb. 11

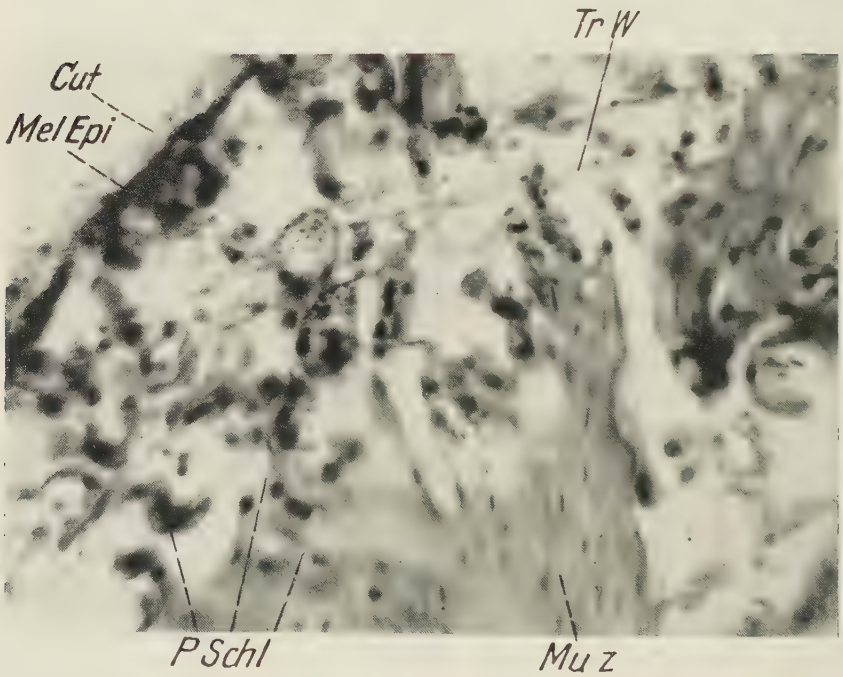


Abb. 12

ihrer Ansatzstelle nach rückwärts gehenden abdominalen ventralen Längsmuskeln dagegen sind im Hämalaun-Eosinpräparat grauviolett, zeigen keine Spur von Querstreifung, eine undeutliche Längsfaserung, deren Streichrichtung verworren ist (Abb. 13), sind teilweise von ihren Ansatzstellen gelöst, gekrümmt und aufgetrieben, und ihre Konturen sind durch Pilzschläuche (Abb. 12) oder Hyphenkörper (Abb. 13), die sich in sie geradezu hineingefressen zu haben scheinen, durchlöchert, zackig und unregelmäßig. Ihre Kerne sind nur schwach färbbar, aber nicht deformiert. Man hat den Eindruck, daß die verschiedenen Formen der Zellen des Pilzes gleichermaßen von außen in die Muskeln hineinwachsen und dabei einerseits die Teile des Muskels, an deren Stelle sie treten, auflösen (nicht verdrängen) und andererseits die Muskeln überhaupt chemisch und strukturell auch auf größere Entfernung hin verändern. Jedenfalls zeigen alle Abdominalmuskeln die geschilderten Veränderungen, die bei den weiter fortgeschrittenen untersuchten Befallsstadien entsprechend einschneidender sind; eine Ausnahme machen nur die Muskeln, die, im letzten Segment gelegen, das Pygopodium bedienen. Sie erscheinen fast unverändert, auch normal färbbar und sind zweifellos noch funktionsfähig. Daher kommt es also, daß die Fähigkeit zu normaler Fortbewegung, für die das Pygopodium unentbehrlich ist, so lange erhalten bleibt. Daß die übrigen Hinterleibsmuskeln noch ihre Kontraktionsfähigkeit haben, scheint nach dem Grad der durch den Pilz gesetzten Schädigungen ausgeschlossen, das Schlagen mit dem Hinterleib, das die lebenden Larven zeigen, wird wohl ausschließlich von den thorakalen, auf die Hinterleibsbasis einwirkenden Muskeln geleistet. Genaueres kann aber hierüber zur Zeit nicht gesagt werden, da bei der Beobachtung der lebenden Larven nicht genügend darauf geachtet wurde.

Am einschneidendsten sind die Veränderungen bei den Geweben der Leibeshöhle. Von einem **Fettkörper** ist im Hinterleib der untersuchten Larven keine Spur mehr zu sehen, er ist restlos aufgezehrt, die Leibeshöhle wird statt dessen von Massen von Hyphenkörpern, Pilzschläuchen oder amöboiden Zellen erfüllt, die zwischen sich allerdings umfangreiche, im Präparat inhaltsleer erscheinende, beim lebenden Tier vielleicht gasgefüllte und daher das Abdomen aufblähende Hohlräume lassen (Abb. 2, 3, 8, 9). Stellenweise findet man inmitten der Pilzmassen unregelmäßig geformte Körper (Mel), die reichlich Melaninkörner enthalten und daher schwarz und undurchsichtig erscheinen (Abb. 2, 8, 11), offenbar das Resultat der Abwehrtätigkeit des in den untersuchten Stadien nicht mehr erkennbaren Blutes der Larve aus früheren Befallsstadien. Auch innerhalb der abdominalen Cuticula finden sich solche Melaninmassen in dicker Schicht, sie verdecken oftmals vollkommen die geringen, anscheinend abgetöteten, jedenfalls weder normal färbbaren, nach der Leibeshöhle hin eben abgegrenzten Reste der abdominalen **Epidermis** (Abb. 12, 13). Besonders bei den Larven, deren Hinterleib von schlauchförmigen Pilzzellen durch-

wuchert ist[1]), legen sich diese eng an die Innenseite der Körperdecke und drängen sich offenbar unter Zerstörung der Epidermis an die Cuticula

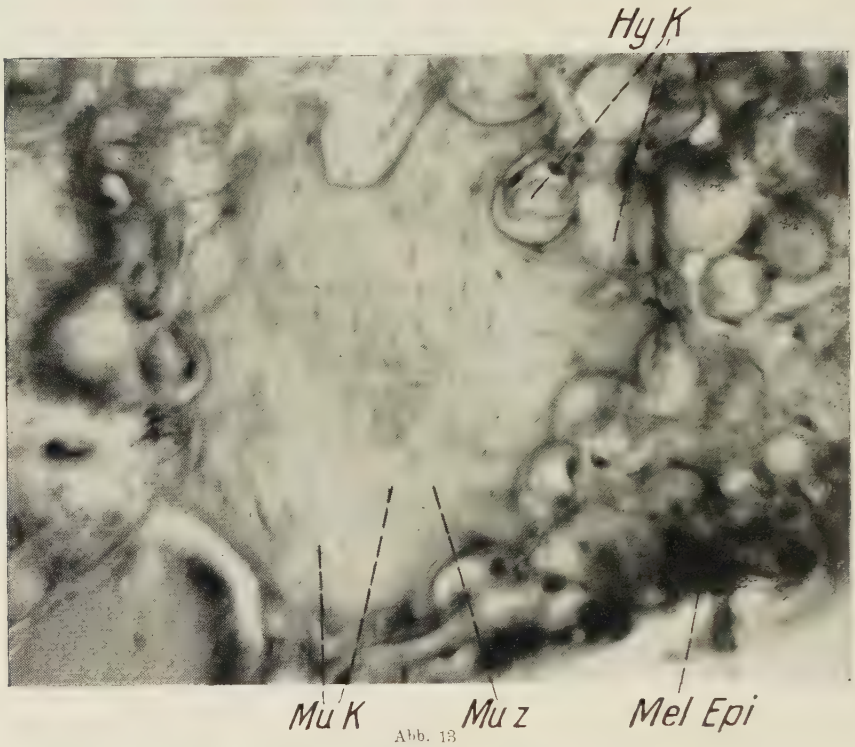


Abb. 13

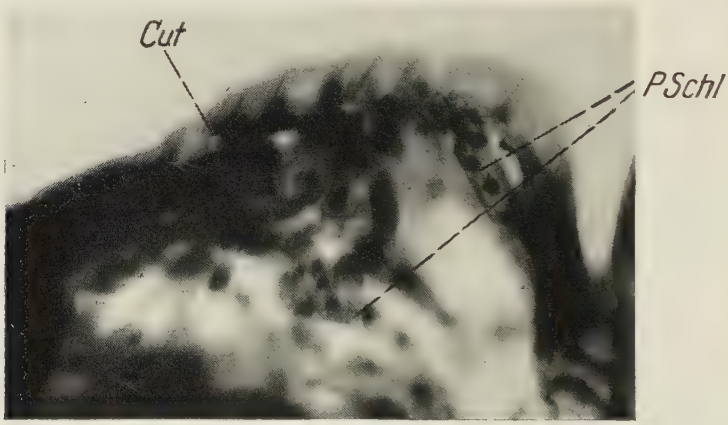


Abb. 14

(Abb 14). Man hat den Eindruck, daß die weiter auswachsenden Schläuche

[1]) Hyphenkörper und Schläuche kommen in der Hauptsache nicht nebeneinander, sondern in verschiedenen Individuen vor (Abb. 2, 3).

gegen die Cuticula hin einen Druck ausüben und schließlich an Stellen geringeren Widerstands diese durchbrechen. Solche Stellen sind offenbar nur die dünneren Cuticularteile an der Grenze zwischen den Terga und den Sterna, und zwar die polsterartig vorspringenden, nicht die eingefalteten Teile. Diese dorsolateralen (wahrscheinlich paratergalen) Polster, die vom zweiten Hinterleibssegment ab eine Längsteilung zeigen, werden durchbrochen und an den Rändern der entstandenen Risse von den aus den andrängenden Pilzschläuchen hervorwachsenden, nach außen vorquellenden Konidienträgern derart nach außen aufgebogen wie eine Blechdose, durch deren Wand man von innen her ein spitzes Instrument schlägt (Abb. 2, Cut a). Die Konidienträger selbst stehen sehr dicht, sind durchweg gleich lang und liegen so regelmäßig parallel, daß sie wie bürstenförmig geschorene Borstenbündel von den Wundrändern kelchartig umfaßt und zusammengehalten werden können (Abb. 1, 2, 3). Ihre streng symmetrische Anordnung, die sie auf den ersten Blick geradezu als Organe des Wirts erscheinen läßt, ist auf symmetrische Anordnung der wenig umfangreichen, für den Durchbruch in Betracht kommenden Membranstellen der Cuticula zurückzuführen. Entsprechendes gilt von der nur in der Seitenansicht (Abb. 1 b) und im Querschnitt (Abb. 2) deutlich erkennbaren Unterteilung der Rasen in eine größere dorsale (d) und eine weit kleinere ventrale Masse (v), die ihre Trennung der Unterteilung der paratergalen Polster verdanken. Als Reste der Körperdecke des Wirts bleiben zwischen den basalen Teilen der Konidienträger auf Querschnitten die melanisierten, bis zur Unkenntlichkeit geschrumpften Epidermiszellen des Wirts in der Lage erkennbar, die sie ursprünglich einnahmen (Abb. 2, REpi). Als Ganzes gesprengt wird also lediglich die Cuticula, die Epidermis durchwachsen die Konidienträger einzeln, anstatt sie vor sich herzuschieben. Vor dem Durchbruch wird, wie oben schon angedeutet, die Epidermis bereits abgetötet und weitgehend verändert.

Die Pilzkrankheiten der Insekten sind trotz ihrer praktischen Bedeutung noch so wenig genau untersucht, vor allem was die Reaktionen des Wirtsorganismus auf den Befall und die pathologische Anatomie der Wirte anlangt, daß auch die vorstehenden, fragmentarischen Beobachtungen einen gewissen Wert haben dürften. Sie sollen, falls in diesem Jahr wieder befallene Larven aufzufinden sind, systematisch derart ergänzt werden, daß ein genauer Überblick über den Beginn und den Verlauf der Erkrankung möglich wird[1]).

Vielleicht wird sich bei einer derartigen Untersuchung auch feststellen lassen, woher es kommt, daß der Pilz offenbar zunächst nur die am wenigsten lebenswichtigen Teile des Wirtskörpers angreift (Fettkörper und Abdominalmuskeln) und weshalb im Thorax die wenigen eindringenden

[1]) Bisher konnten in diesem Sommer keine erkrankten Larven gefunden werden; *Raphidia* ist in diesem Jahr überhaupt äußerst spärlich vertreten.

Pilzzellen sich nicht stärker vermehren, eine Tatsache, die geeignet ist, das lange Überleben der parasitierten Larven trotz stärksten Befalls zu erklären. Ob es sich hier um das Ergebnis einer Abwehrtätigkeit des Wirtsorganismus handelt oder ob der Parasit selbst eine gewisse Wahlfähigkeit besitzt, ist bis dahin eine offene Frage.

Bemerkungen zu allen Abbildungen

Die Mikrophotogramme Abb. 2—14 sind durchweg mit dem Panphot bei 40 cm Balglänge aufgenommen. Abb. 2, 3, 5, 8 und 9 sind mit dem Leitzschen periplanat. Okular 6 mal und Objektiv 3 aufgenommen, die anderen Bilder mit dem gleichen Okular und der Zeißschen Oelimmersion H I 50, 0,9. Abb. 2, 3, 5, 8 und 9 sind etwa 95 mal, die anderen Photogramme 500 mal linear vergrößert

Erklärung der Abbildungen:

Abb. 1. a) Dorsalansicht und b) Lateralansicht einer noch lebhaft beweglichen, von *Empusa Weberi* Lakon befallenen Larve von *Raphidia ophiopsis* L. Man sieht in beiden Bildern die dorsalen Teile der hervorgebrochenen Rasen von Konidienträgern (d), die weiter ventral gelegenen Teile sind nur in b) sichtbar (v), wo auch die besonders ventral deutliche Auftreibung des Hinterleibs erkennbar ist.

Abb. 2. Hälfte eines Querschnittes durch den Hinterleib einer Larve in dem Befallsstadium, das Abb. 1 zeigt. Die Teilung des Konidienträgerrasens in einen dorsalen und ventralen Teil deutlich erkennbar. Die Leibeshöhle ist größtenteils von Pilzschläuchen erfüllt (P Schl). Der Hohlraum H unter der abgehobenen ventralen Cuticula Cut v ist vielleicht nur ein Kunstprodukt, das der Fixierung seine Entstehung verdankt. Cut a = aufgebogene Cuticula an der Durchbruchstelle der Konidienträger, D = Darm, ungestört, Mel = melanisierte Massen, Mu z = zerstörte Längsmuskeln, R Epi = melanisierte Reste der Epidermis zwischen den Konidienträgern. Näheres zur Erklärung s. Text.

Abb. 3. Querschnitt durch den bereits abgeplatteten Hinterleib einer Larve in weiter fortgeschrittenem Befallsstadium, die Leibeshöhle enthält zahlreiche Hyphenkörper (Hy K), die zwischen sich weite Lücken lassen. Der Darm (Kropf Kr) ist unzerstört, das Bauchmark (BM) leicht geschrumpft, die Muskeln erscheinen stark zerfressen (Mu z). K Tr = Konidienträger.

Abb. 4. Grenzgegend zwischen Meso- und Metasternum (letzteres links) mit normalen deutlich quergestreiften Längsmuskeln (Mu), ungestörtem Fettkörper (FK) mit runden Kernen und der Wand des Kropfs (Kr). Cut = Cuticula, Epi = Epidermis, Memb = Gelenkmembran.

Abb. 5. Querschnitt durch den Metathorax einer Larve im Befallsstadium Abb. 3. Nur ganz wenige Hyphenkörper (Hy K), einer davon im Bein, sind zu entdecken. Tracheen (Tr), Darm (D) und die umfangreichen Muskeln unverändert, Zwischenräume zwischen diesen Organen durch den veränderten Fettkörper (FK v, s. Abb. 6) verstopft.

Abb. 6. Thorakale Längsmuskeln der Grenzgegend zwischen Thorax und Abdomen (letzteres links). Die Muskeln (Mu) sind deutlich quergestreift und überhaupt unverändert, zwischen ihnen liegen Fettkörperlappen, deren Kerne rechts normal sind (FK), nach links hin aber zunehmend zerrissen erscheinen (FK v). Befallsstadium wie Abb. 1, Sagittalschnitt.

Abb. 7. Einige Hyphenkörper (Hy K) im Hämocoel unter dem Metatergum einer Larve im Befallsstadium Abb 1. Sagittalschnitt. B = Borste, Cut = Cuticula, Mu = unveränderte Muskeln, darüber unveränderte Fettkörperlappen.

Abb. 8. Aus einer Sagittalschnittserie durch eine Larve im Befallsstadium Abb. 1. Die Leibeshöhle ist von Hyphenkörpern (Hy K) erfüllt, dazwischen liegen melanisierte Massen (Mel). Die ventrale Cuticula (links) ist abgehoben (s Abb. 2). Der Darm (D) und das Bauchmark (BM) zeigen keine merklichen Veränderungen.

Abb. 9. Schnitt aus der gleichen Serie wie Abb. 8, weiter hinten gelegener Teil mit dem zartwandigen Rectum (R), den Rectalpapillen (R Pap) und den stark veränderten zerfressenen Muskeln (Mu z). Cut = Cuticula, Hy K = Hyphenkörper.

Abb. 10. Stark vergrößerter Ausschnitt aus dem Schnitt von Abb. 9, zeigt die das Rectum umdrängenden Hyphenkörper (Hy K) und die unveränderten Zellen des Rectums und der Rectalpapillen (R Pap) mit ihren noch vollkommen normalen Kernen (K).

Abb. 11. Aus einem Schnitt der Serie von Abb. 8/9, stark vergrößerter Ausschnitt, eine Gonadenanlage (GO) zeigend, die, rings von Hyphenkörpern umdrängt, nur an den Enden der Schläuche (E Go) leichte Deformationen zeigt. Mel = melanisierte Masse.

Abb. 12. Stück aus einem Querschnitt durch das Abdomen der Larve, von der auch Abb. 2 stammt (Befallsstadium Abb. 1). Man sieht unten einen Muskel, dessen Konturen durch hineingewachsene Pilzschläuche (P Schl) gezackt erscheinen und der die im Text beschriebenen Veränderungen seines Feinbaues zeigt (Mu z). Cut = Cuticula, mel Epi = Melaninmassen an der zerstörten Epidermis, Tr W = Wand eines mittelstarken Tracheenastes mit unveränderten Matrixzellen.

Abb. 13. Stark vergrößerter Ausschnitt aus einem Schnitt der Serie von Abb. 8 und 9, die weit fortgeschrittene Zerstörung eines abdominalen Längsmuskels (Mu Z) durch Hyphenkörper (Hy K) zeigend. Man beachte die nur noch schattenhaft erkennbaren Muskelkerne (Mu K), das völlige Fehlen der Querstreifung, die undeutliche Faserung des Muskels und den stark gestörten Verlauf der Fasern. Mel Epi = Melaninmassen an der zerstörten Epidermis.

Abb. 14. Stark vergrößerter Ausschnitt aus der Querschnittserie, der auch Abb. 2 entnommen ist (Befallsstadium Abb. 1). Dargestellt ist ein Stück der Körperdecke mit den andrängenden Pilzschläuchen (P Schl). Cut = Cuticula (etwas schräg vom Schnitt getroffen, mit parallellaufenden Skulpturleistchen).

Untersuchungen über die Coleopteren- und Dipteren-Fauna des Weidebodens

Von

Bruno Schaerffenberg

A. Einleitung

Im Verlaufe meiner Untersuchungen über die Ernährungsweise des Maulwurfs bin ich bemüht gewesen, den Boden der Fangplätze auf vorhandenes Getier durchzuprüfen und den Befund mit dem Mageninhalt in Vergleich zu setzen. Eine Dauerweide in der Nähe von Bonn ist im Rahmen dieser Arbeiten, durch das Entgegenkommen des Besitzers, besonders gründlich untersucht worden. Die dabei gewonnenen Ergebnisse habe ich in meiner Arbeit über die Nahrung des Maulwurfs jedoch nur teilweise und ziemlich allgemein zur Darstellung bringen können, weil die Nahrung das übergeordnete Prinzip war und nicht das Biotop. Es konnte daher in den Tabellen die Spezies nicht mitgenannt werden. Ferner fehlen Angaben über die Anzahl der vorgefundenen Arten, ihre Tiefenlage und quantitative Verbreitung im Weideboden. Es scheint deshalb gerechtfertigt, auf die Ergebnisse dieser faunistischen Bodenanalysen, wenigstens soweit sie die häufigsten Vertreter der größeren Bodeninsekten, die Coleopteren und Dipteren betreffen, ausführlicher einzugehen.

B. Die natürlichen Verhältnisse des Arbeitsgeländes

Die in Rede stehende Dauerweide ist in der Nähe von Bonn auf der linken Rheinhöhe gelegen und an der West- und Nordseite von Wald umgeben. Es handelt sich um eine Parzelle mit hohem Grundwasserstand, die infolgedessen außerordentlich feucht und zur Zeit anhaltenden Regens stets überschwemmt ist. Der Boden ist fast durchweg schwerer Tonboden. Nur an den Waldrändern wird dieser in den oberen Schichten durch Humus ersetzt. Der Pflanzenbestand ist in der Hauptsache folgender: *Poa trivialis* L., *Poa pratensis* L., *Lolium perenne* L., *Alopecurus pratensis* L., *Festuca-Arten, Trifolium repens* L., *Trifolium pratense* L., *Ranunculus acer* L., *Taraxacum officinale* Wig., *Bellis perennis* L., *Ajuga reptans* L., *Aegopodium podagraria* L., *Rumex*-Arten,

am Waldrande *Anemone nemorosa* L. und einige Waldgräser, die ich nicht bestimmt habe. Die Weide ist stark vermoost, wenig gepflegt. Sie wird bis spät in den Herbst hinein von Rindern und Pferden begangen.

C. Untersuchungsmethoden

Bei der Bestandsaufnahme der im Boden vorhandenen Coleopteren und Dipteren bin ich den Methoden von Morris (1920, S. 141—145) und Frenzel (1936, S. 7—9), welche diese Forscher zur Erfassung größerer Arten anwandten, gefolgt. Es wurde jeweils eine Fläche von 25×25 cm $= {}^1/_{16}$ qm schichtenweise bis zu einer Tiefe von 35—40 cm auf Insekten der genannten Gruppen untersucht. Formen unter 0,5 cm Größe wurden nicht berücksichtigt. Die Durchprüfung des Bodens erfolgte entweder durch Aussieben einer möglichst dünnen Schicht auf eine ausgebreitete Plane, die dann mit der Pinzette auf vorhandene Tiere abgesucht wurde, oder durch Zerkneten der Erdschollen mit der Hand. Die letztere Methode mußte bei Nässe zur Anwendung kommen. An Werkzeugen wurden gebraucht: Siebe mit 5—7 cm Maschenweite und 60 cm Lichtweite, Ernteplane von $2{,}5 \times 3$ m, Zollstock, Pinzette und Gläser mit Etiketten. Diese Arbeitstechnik ist natürlich nicht frei von Fehlerquellen. Die Angaben über die Dichte der Besiedelung des Weidebodens mit Coleopteren und Dipterenlarven können daher keine absoluten Ergebnisse darstellen, zumal die sehr kleinen Arten nicht in Betracht gezogen sind. Doch glaube ich sagen zu können, daß es mit diesem Verfahren gelungen ist, wenigstens die hauptsächlichsten Formen zu erbeuten. Es wurden im ganzen 60 Bodenproben, und zwar in der Zeit vom 15. Dezember bis 21. März 1937, genommen. Das vorgefundene Larvenmaterial wurde teils durch Zucht identifiziert, teils als solches determiniert. Bei der Bestimmung haben mir Herr Dr. van Emden (Coleoptera det.) und Herr Dr. F. Edwards (Diptera det.), beide in London, Britisch Museum, wertvolle Hilfe geleistet, wofür ich ihnen auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank sage.

D. Übersicht der vorgefundenen Arten und deren Verbreitung im Weideboden

Tabelle 1

Coleoptera (Volltiere)

Vorgefundene Arten	Individuenzahl
Staphylinidae	
Xantholinus punctulatus Tgk.	1
Coprophaginae	
Aphodius rufipes L.	4
Aphodius fimetarius L.	3
Aphodius fossor L.	7
Aphodius prodromus Brahm.	1

Vorgefundene Arten	Individuenzahl
Silphidae	
Phosphuga atrata L.	1
Curculionidae	
Otiorrhynchus spec.	1
Phyllobius viridicollis Fbr.	1
Coleoptera (Larven)	
Carabidae	
Pterostichus vulgaris L.	2
Nebria brevicollis F.	10
Staphylinidae	
Staphilinus spec.	3
Xantholius punctulatus Tgk.	2
Coprophaginae	
Aphodius rufipes L.	11
Aphodius fimetarius L.	5
Geotrupes spec.	2
Elateridae	
Agriotes obscurus L.	54
Agriotes lineatus L.	10
Corymbites aeneus L.	4
Athous niger L.	18
Athous haemorrhoidalis F.	1
Cantharidae	
Cantharis livida L.	124
Curculionidae	
Otiorrhynchus spec.	20
Sitona spec.	10
Diptera (Larven und Puppen)	
Bibionidae	
Dilophus spec.	338
Bibio spec.	30
indet.	11
Tipulidae	
Tipula spec.	6
indet.	14
Sciaridae	
indet.	84

Vorgefundene Arten	Individuenzahl
Tabanidae	
Haematopoda spec.	13
Rhagionidae	
Rhagio spec.	29
Muscidae	
Larven	3
Puppen	7
Anthomyinae	
Polietes lardaria	8
Stratiomyidae	
Puppen	1

Die vorstehende Aufstellung ergibt insgesamt 33 Arten mit 861 Individuen. Es muß allerdings bemerkt werden, daß die nur bis zur Familie oder Gattung determinierten Coleopteren- und Dipterenlarven nur mit je einer Spezies eingesetzt wurden. Wenn alle Larven bis zur Art hätten determiniert werden können, würde sich die Zahl der Spezies natürlich noch erhöhen. Den prozentualen Anteil der Coleopteren und Dipterenlarven an der Gesamtarten- und Individuenzahl gibt die nachstehende Tabelle an.

Tabelle 2

Systematische Einheiten	Anzahl der Arten		Anzahl d. Individuen	
	abs.	%	abs.	%
Coleopteren (Vollt iere)	8	23,5	23	2,7
Coleopteren (Larven)	14	41,2	274	31,8
Dipteren (Larven und Puppen)	12	36,3	564	65,4

Danach sind im Biotop Weide die Käfer und ihre Larven artenreicher vertreten als die Dipterenlarven, zahlenmäßig aber den letzteren bei weitem unterlegen. Indes muß berücksichtigt werden, daß gerade die Dipterenlarven oft nur bis zur Familie determiniert werden konnten, während die Coleopteren in den meisten Fällen bis zur Spezies bestimmt sind. Thompson (1924, S. 349—394) fand bei der Untersuchung des Weidebodens in England ebenfalls mehr Käfer- als Dipterterenarten. In gleicher Weise wie ich stellte diese Forscherin fest, daß die Individuenzahl der Zweiflüglerlarven stark vermehrt wurde.

1. Coleoptera

Die Käfer, die man in der Erdkrume allenthalben antrifft, gehören, soweit sie ihre Eier dort zur Ablage bringen, zu den geophilen Organismen (Frenzel, 1936, S. 75—76), die ihre Entwicklung bis zum

Vollkerf im Boden durchmachen. Die Imagines aber sind keine echten Bodentiere. Sie gehen im Erdinneren nur auf die Nahrungssuche und erhalten hier Schutz vor Witterungsunbilden (Frenzel, 1936, S. 75 bis 76). Der Weideboden ist verhältnismäßig arm an Käferarten, wobei die Larven stärker vertreten sind als die Imagines. Besonders auffallend ist, daß die Vollkerfe zahlenmäßig so wenig zur Geltung kommen. In den 60 Bodenproben konnten lediglich 23 Exemplare festgestellt werden. Die vorgefundenen Arten und Individuen verteilen sich, wie die nachstehende Tabelle erkennen läßt, nur auf 4 Familien.

Tabelle 3

Coleoptera (Volltiere)	Anzahl der Arten		Anzahl d. Individuen	
	abs.	%	abs.	%
Staphylinidae . .	1	10	1	4,3
Coprophaginae .	4	40	18	78,2
Silphidae . . .	1	10	2	8,6
Curculionidae . .	2	20	2	8,6

Am häufigsten wurden die Coprophaginen erbeutet, die auch der Artenzahl nach an erster Stelle stehen. Es handelte sich ausnahmslos um Aphodiinen, als deren häufigster Vertreter *Aphodius fossor* L. in den Bodenproben angetroffen wurde. Morris (1920, S, 141—155) fand die Aphodiinen gleichfalls zahlreich im Weideboden. Es muß angenommen werden, daß ihr zahlreiches Auftreten durch die reichliche Düngerzufuhr seitens der Weidetiere bedingt wird. Die 3 übrigen Käferfamilien fallen nur wenig ins Gewicht, besonders die Staphyliniden, von denen nur ein einziges Exemplar festgestellt wurde. Auf feindispersen, bindigen Böden ist den Coleopteren-Imagines Fortbewegung und Nahrungssuche außerordentlich erschwert. Daraus erklärt sich ihr verhältnismäßig seltenes Vorkommen im schweren Weideboden. Die Käfer halten sich fast nur in den oberen Bodenschichten auf. Tiefer als 15 cm wurden sie nur selten angetroffen. Diese Beobachtung hat auch Frenzel (1936, S. 81) bei der Untersuchung des Wiesenbodens machen können.

Käferlarven waren in allen Bodenproben zahlreich enthalten. Es wurden im ganzen 14 Arten und 270 Individuen gesammelt, die sich, wie die folgende Tabelle 4 zeigt, auf 6 Familien verteilen.

Charakteristisch für feuchte Standorte sind die Larven der Canthariden, die den Boden der untersuchten Dauerweide dicht bevölkerten. Es handelte sich aber immer um ein und dieselbe Art, nämlich *Cantharis livida* L.

Das zahlreiche Auftreten der Elatridenlarven, die zur typischen Fauna ungepflegter Grünlandflächen gehören, kann nicht überraschen. *Agriotes obscurus* L. trat am stärsten hervor, weniger zahlreich war *Agriotes lineatus* L. Beides sind gemeine Arten, die überall auf Wiesen

Tabelle 4

Coleoptera (Larven)	Anzahl der Arten		Anzahl d. Individuen	
	abs.	%	abs.	%
Carabidae . . .	2	14,2	12	4,4
Staphylinidae . .	1	7,1	1	0,4
Coprophaginae .	3	21,4	18	6,6
Elateridae . . .	5	35,7	87	32.2
Cantharidae . .	1	7,1	124	46
Curculionidae . .	2	14.2	28	10,4

und Weiden und allen Kulturen zu Hause sind (Blunck, 1928, S. 131—134). Öfter vertreten war *Athous niger*, eine Drahtwurmart, die vornehmlich im Boden von Viehweiden lebt (Blunck, 1928, S. 127—128). *Corymbites aeneus* L., die nur in wenigen Exemplaren erbeutet wurde, bevorzugt in erster Linie leichte, durchlässige Böden und ist deshalb seltener auf feuchtem Grund zu finden. Die Besiedelungsdichte der Drahtwürmer auf Grünländereien kann den Landwirt nicht gleichgültig lassen. Ein Massenauftreten dieser Schädlinge führt zu erheblichen Ertragseinbußen und ist besonders gefährlich, wenn mit Drahtwürmern verseuchtes Grünland umgebrochen und mit landwirtschaftlichen Kulturen bestellt wird.

Zur charakteristischen Tierwelt des Weide- und Wiesenbodens sind auch die Rüsselkäferlarven zu zählen. Sie waren häufig in meinen Bodenproben enthalten. Zu gleichsinnigen Ergebnissen ist auch Morris (1920, S. 141—155) gekommen. Coprophaginenlarven kamen ebenfalls mit mehreren Arten recht zahlreich vor. Sie finden im düngerreichen Weideboden hinreichend günstige Ernährungsbedingungen. In den meisten Fällen handelte es sich um *Aphodius rufipes* L.

Carabiden- und Staphylinidenlarven wurden bei meinen Untersuchungen nur selten angetroffen. *Nebria brevicollis* F., ein Tier, das feuchte Böden bevorzugt, konnte öfter gefaßt werden. *Pterostichus vulgaris* L. wurde nur zweimal vorgefunden.

Im Gegensatz zu den Imagines sind die Käferlarven zu den echten Bodentieren zu rechnen. Sie sind während ihres ganzen Daseins an den Boden gebunden (Frenzel, 1936, S. 81—83) und steigen darum auch in tiefere Schichten hinab. Die Mehrzahl der Coleopterenlarven ist allerdings in den oberen Bodenregionen zu Hause, Doch trifft man sie auf Weiden noch bis zu 30 cm Tiefe, besonders die Curculionidenlarven, die gegen ungünstige Lebensbedingungen widerstandsfähiger sind als z. B. die Larven der Staphyliniden und Carabiden (Cameron, 1925, S. 92—108, Frenzel, 1936, S. 83).

2. Diptera

Das Larven- und Puppendasein der Dipteren spielt sich ebenso wie die Larvenentwicklung vieler Käfer im Erdboden ab (Frenzel, 1936,

S. 83). Auch im schweren Weideboden sind die Zweiflüglerlarven zahlreich. Es wurden Vertreter von 8 Dipterenfamilien erbeutet.

Tabelle 5

Diptera Larven u. Puppen	Anzahl der Arten		Anzahl d. Individuen	
	abs.	%	abs.	%
Bibionidae . . .	3	25	379	67,2
Sciaridae . . .	2	16,6	104	18,4
Tipulidae . . .	2	16,6	20	3,5
Tabanidae . . .	1	8,3	13	2,3
Rhagionidae . .	1	8,3	29	5,1
Muscidae . . .	1	8,3	10	1,7
Anthomyinae . .	1	8,3	8	1,4
Stratiomyidae . .	1	8,3	1	0,2

Die von mir untersuchte Dauerweide wies vor allem einen dichten Besatz von Bibionidenlarven auf. Besonders die kleinen *Dilophus*-Larven, die zu vielen beisammen leben, waren in fast allen Bodenproben enthalten. *Bibio* spec. war weit seltener zu finden. Auch Morris (1920, S. 141—155) und Thompson (1924, S. 349—394) haben oft Nester von Haarmückenlarven im Weideboden aufgedeckt. Sciaridenlarven konnte ich ebenfalls recht zahlreich erbeuten. Die genannten Dipterenfamilien, deren Vertreter sich ja in erster Linie von zerfallenden pflanzlichen Stoffen und Kot ernähren (Hendel, 1928, S. 123), finden auf Weiden, wo reichlich tierische Fäkalien und sonstige verrottete Substanz vorhanden ist, günstige Lebensbedingungen. Doch sind einige Bibionidenarten der Gattung *Bibio*, die gelegentlich an landwirtschaftlichen Kulturen schädlich werden, auch von wirtschaftlicher Bedeutung.

Tipulidenlarven, die als schlimme Feinde des Graslandes bekannt sind, waren in dem schweren Weideboden nicht gerade häufig. Sie sind mehr auf leichteren Bodenarten zu Hause.

Tabanidenlarven fanden sich mehrmals. Es handelte sich ausnahmslos um Vertreter der Gattung *Haematopoda*, eine terrestrische Form (Stamer, 1924, S. 126), die in feuchten Böden lebt. Die Larven der Tabaniden leben räuberisch von Schnecken, Würmern und Insekten, sollen aber nach Stammer in der Not auch faulende pflanzliche Substanz annehmen.

Die ebenfalls carnivoren Rhagionidenlarven waren öfter in den Bodenproben anzutreffen. Alle vorgefundenen Exemplare gehörten zur Gattung *Rhagio*.

Muscidenlarven wurden nur in geringer Zahl erbeutet, doch konnten einige Male Tönnchenpuppen, die zu dieser Familie gehören, gesammelt werden. Eine nähere Bestimmung war hier leider nicht möglich.

Außer diesen Formen wies der von mir untersuchte Weideboden noch einen Vertreter der Anthomyinen, nämlich *Pobietes lardaria*, und eine Stratiomyidenpuppe auf.

Die Dipterenlarven sind an das Leben im Erdboden vorzüglich angepaßt (Frenzel, 1936, S. 89). Im ständigen Überfluß verrottender pflanzlicher Substanz lebend, benötigen die phytophagen Larven die Fähigkeit schneller Ortsbewegung nicht mehr. Daher ist der Verlust der Extremitäten für sie nicht nachteilig (Frenzel, 1936, S. 89), im Gegenteil, in Verbindung mit einem langgestreckten, drehrunden Körperbau, höchst vorteilhaft. Die Dipterenlarven sind so in der Lage, sich förmlich in den Erdboden einzubohren, was ihnen die Fortbewegung in ihrem Medium außerordentlich erleichtert. Für die räuberischen Formen ist durch Ausbildung einer starken Körpermuskulatur für größere Schnelligkeit in ihren Bewegungen gesorgt (Cameron, 1925, S. 92—108).

Die Mehrzahl der Dipterenlarven lebt wie die Käferlarven in den obersten Schichten des Weidebodens. Auch im Winter steigen sie nicht tiefer hinab. Doch kann man sie vereinzelt bis zu einer Tiefe von 30 cm antreffen. Die große Kälteresistenz überwinternder Insektenlarven ist nach Cameron (1925, S. 92—108) auf eine stärkere Konzentration der Körpersäfte, die den Gefrierpunkt herabsetzt, zurückzuführen. Auch sonst sind gerade die Dipterenlarven gegen ungünstige Lebensbedingungen auf das Beste geschützt. Adams (nach Frenzel) wies nach, daß Muscidenlarven bei Anreicherung der Bodenluft mit Stoffwechselprodukten und Sauerstoffmangel ihre Stigmen schließen können. Ich habe diese Beobachtung auch an Tabanidenlarven gemacht. Einige dieser Tiere waren zum Konservieren lebend in Formalinlösung gebracht worden. Sie wurden aber noch nach 24 Stunden lebend angetroffen und ließen sich ohne weiteres weiterzüchten. Es muß angenommen werden, daß auch diese Larven die Fähigkeit haben, beim Eintritt ungünstiger Lebensbedingungen ihre Stigmen zu verschließen.

E. Zusammenfassung

1. Eine in der Nähe von Bonn gebirgig gelegene, feuchte Dauerweide mit tonigem Boden wurde auf ihre Coleopteren- und Dipterenfauna untersucht.

2. Es wurden insgesamt 33 Arten ermittelt, von denen 21 auf die Käfer (Larven und Imagines) und etwa 12 auf die Dipterenlarven entfielen.

3. Die Volltiere der Coleopteren waren nur mit 8 Arten vertreten, die sich auf 4 Familien folgendermaßen verteilen: Staphylinidae 1, Coprophaginae 4, Silphidae 1, Curculionidae 2.

4. Weit artenreicher war die Käfer-Larvenpopulation des Weidebodens. Es wurden 14 Arten erbeutet, und zwar: 2 Carabidae, 1 Staphylinidae, 3 Coprophaginae, 5 Elateridae, 1 Cantharidae, 2 Curculionidae.

5. Im ganzen wurden 861 Individuen vorgefunden, von denen nur 23 auf die Coleopterenimagines kamen. Die Käferlarven dagegen

waren mit 274 und die Dipterenlarven mit 564 Individuen an der Gesamtausbeute beteiligt.

6. Die schwache Besiedelung des Weidebodens mit Käfern ist hier wahrscheinlich auf die bindige, feindisperse Beschaffenheit des Bodens zurückzuführen, die ihnen Nahrungssuche und Fortbewegung außerordentlich erschwert.

7. Ihre Larven sind hingegen als echte Bodentiere, die in jeder Beziehung an das Leben in der Erde auf das beste angepaßt sind, auch im schweren Weideboden recht zahlreich zu finden.

8. Am besten haben sich die Dipterenlarven den nicht immer günstigen Lebensbedingungen des Bodens angeglichen. Daraus erklärt sich ihr zahlenmäßig hoher Anteil an der Insektenpopulation bindiger Weideböden.

9. Die Mehrzahl der Coleopteren- und Dipterenlarven trifft man in den oberen Bodenschichten bis zu einer Tiefe von etwa 15 cm an. Doch steigen sie auch in tiefere Regionen hinab. Die untere Verbreitungsgrenze liegt bei 30 cm.

10. Die Verbreitungszone der Coleopterenimagines bleibt im allgemeinen auf die oberen 10 cm der Bodenkrume beschränkt.

Schrifttum

1. Adams, C. C., nach Frenzel, G., Untersuchungen über die Welt des Wiesenbodens 130 S., 8 Abb. Jena 1936.
2. Blunck, H., Elateriden, Schnellkäfer. — Reh, L., Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen 2. Teil von **5**; Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten 4. Aufl. Berlin 1928.
3. Cameron, A. E., Soil Insects. — Science Progress **20**, 92—108, 1925.
4. Frenzel, G., Untersuchungen über die Tierwelt des Wiesenbodens. 130 S., 8 Abb. Jena 1936.
5. Morris, H. M., Observations on the Insect Fauna of Permanent Pasture in Chehire. — Ann. appl. Biol. **7**, 141—151. Cambridge 1920.
6. Stammer, H. J., Die Larven der Tabaniden. — Zeitschr. Morphol. Ökol. d. Tiere **1**, 121—171, 20 Abb., 2 Taf., 1924.
7. Thompsom, M., The Soil Population. An Investigation of the Biology of the Soil in Certain Districts of Aberystwyth. — Ann. appl. Biol. **11**, 349—394, 7 Abb. Cambridge 1924.
8. Hendel, F., Zweiflügler oder Diptera. 2. Allgemeiner Teil. — Dahl, Fr., Die Tierwelt Deutschlands II. Teil. Jena 1928.

Band XXVI, Heft 4

Originalaufsätze

Beiträge zur Forstentomologie der Türkei III

Die Massenvermehrung des Ips sexdentatus Börner im Gebiete der orientalischen Fichte

Von

Erwin Schimitschek

(Mit 33 Abbildungen)

Inhaltsübersicht

Seite

I. Geschichtliches 547
II. Die ostpontischen Befallsgebiete 547
1. Lage 547
2. Grundgestein und Boden 550
3. Die klimatischen Verhältnisse 551
4. Der Waldaufbau 555
III. Die Lebensweise des *Ips sexdentatus* im ostpontischen Gebiete der *Picea orientalis* 562
1. Die Hauptbrutholzart 562
2. Der Befall des Einzelstammes 563
3. Die Biologie und Ökologie des Fraßes 566
a) Brutfraß — b) Regenerationsfraß des Altkäfers — α) An der Brutstätte — β) Außerhalb der Brutstätte — c) Geschwisterbruten — d) Ernährungsfraß, Reifungsfraß des Jungkäfers — α) An der Brutstätte — β) Außerhalb der Brutstätte — e) Überwinterungsfraß
4. Flugzeiten, Generationsverhältnisse, Überwinterung 574
5. Das forstliche Verhalten des *Ips sexdentatus* im ostpontischen *Picea orientalis*-Gebiete 576
Sekundärauftreten — Primärauftreten — Disposition für den sekundären Käferbefall — Die Ursachen der Massenvermehrung des *Ips sexdentatus* im *Picea orientalis*-Gebiete der Türkei — Die Massenvermehrung in Mischbeständen und in Reinbeständen — Hohe natürliche Widerstandskraft der Mischbestände — Folgen des Befalles Wirtschaftliche Folgen des Massenauftretens — Pilzbefall und Holzverfärbung als Folge des Befalles durch *Ips sexdentatus* — Pilzübertragung durch den Käfer — Absoluter Holzverlust — Entwertung des Holzes durch den Käferbefall — Schäden für Forst- und Volkswirtschaft

Mit Zuschrift vom 16. September 1938 erhielt ich über Antrag der Generaldirektion der türkischen Staatsforste vom türkischen Landwirtschaftsministerium den Auftrag, die von Borkenkäfern befallenen Wälder im Gebiete von Zigana hanlari und Hamsiköy zu besichtigen. Es waren die notwendigen Untersuchungen zur Aufstellung eines Bekämpfungsprogrammes zu machen und die Bekämpfung dann sogleich in Angriff zu nehmen.

Am 16. Oktober 1938 traf ich in Begleitung des Assistenten Dr. Fikret Vural in Trabzon ein und begab mich nach kurzer Besprechung mit dem Forstdirektor von Trabzon Kemal Cağlar noch am gleichen Tage in das Merjemanawaldgebiet. In meiner Begleitung waren die Herren: Assistent Dr. Fikret Vural, Oberingenieur Hikmet Firatli und der Vermessungsbeamte Mehmet aus Maçka.

Die umfangreichen Käferschäden waren durch eine Massenvermehrung des *Ips sexdentatus* verursacht

Die Durchführung jenen Bekämpfungsmaßnahmen wurde im Merjemanawald am 12. November in Angriff genommen. Von Seite der Generalforstdirektion waren hierfür zunächst 5000 Türkpfund zur Verfügung gestellt worden.

Ips sexdentatus gehört zu den Borkenkäfern, die eine große geographische Verbreitung haben. Nach Escherich folgt er in der geographischen Verbreitung der gemeinen Kiefer „von Lappland bis an die Mittelmeerküsten und Transkaukasien, und vom Atlantischen bis zum Stillen Ozean".

In Kieferngebieten Anatoliens wurde er festgestellt im Çangal- und Zindanurwald südlich von Ayancik, am Ilgaz dağ in 2000 m Höhe, bei Küre, bei Dadai (Schimitschek 1937). Ferner erhielt ich ihn aus den Kieferngebieten der weiteren Umgebung von Eskişehir und Bursa (Brussa). 1913 erhielt Fahringer (nach Wichmann) den Käfer vom Göck dağ nördlich von Bursa.

Zu dem Verbreitungsgebiet der *Pinus silvestris* und der *Pinus nigra* als Heimat des *Ips sexdentatus* tritt noch das Verbreitungsgebiet der *Picea orientalis* hinzu.

Im mitteleuropäischen Fichtengebiete nimmt *Ips typographus* unter den Borkenkäfern des Fichtenwaldes die erste Stelle ein. Anders ist dies in Kleinasien, hier habe ich den *Ips typographus* nie gefunden. Es ist zweifellos, und ich stimme mit der Auffassung Wichmanns vollkommen überein, daß der mittelmeerische Klimagürtel und Pflanzen der Bosporus-Dardanellenlandschaft für den *Ips typographus* eine unüberwindliche Schranke bedeutet. Gelegentliche Einzelfunde des Käfers im Gebiete des Göck dağ (ein Exemplar) sind ohne Zweifel auf Verschleppung mit aus Europa eingeführtem Holz zu erklären. Von Natur aus geht *Ips typographus* sicher nur so weit nach Süden, wie die *Picea excelsa*. So fehlt er denn auch im Verbreitungsgebiete der *Picea orientalis* völlig. Unter

den tausenden Borkenkäfern, die ich im Gebiet der orientalischen Fichte in der Türkei in der Hand hatte, war nicht ein *Ips typographus*.

Im natürlichen Verbreitungsgebiete der orientalischen Fichte ist es *Ips sexdentatus* Börner, der hier die gleiche Rolle spielt, wie *Ips typographus* im natürlichen Verbreitungsgebiet der *Picea excelsa*. Es war daher sehr willkommen, Beobachtungen über das Verhalten des *Ips sexdentatus* im anatolischen Gebiete der orientalischen Fichte anzustellen und damit einen Beitrag zur Kenntnis der Borkenkäfer der Türkei zu liefern.

I. Geschichtliches

Borkenkäferschäden in den *Picea orientalis*-Wäldern der Türkei wurden zum ersten Male von Bernhard im Jahre 1928 festgestellt. Er schreibt darüber in „Grundlagen, Geschichte und Aufgaben der Forstwirtschaft in der Türkei" auf S. 113: „Es handelte sich um Fraß von *Ips sexdentatus* im Fichtengebiete von Santa im Yambolutale bei Sürmene im Vilayet Trabzon im Jahre 1928. Rund 600 ha 80—120jährige wüchsige Fichtenbestände (*Picea orientalis*) mit schätzungsweise 200 000—240 000 fm Derbholz waren totgefressen. Überdies trat gleichzeitig Einzelfraß im Tale des Kalopotamos bei Rize und Sprengfraß in den Buchen-Fichtenmischbeständen im Anschluß an das Santagebiet im Maçka Dağ bei Kilometer 36 der Straße Trabzon—Erzerum auf."

Auch im Kaukasus befällt *Ips sexdentatus* die orientalische Fichte. Umfangreiche Schäden hat er seinerzeit in den *Picea orientalis*-Wäldern der Kreise Gori, Achalzich und Scharopan angerichtet. Im Walde von Wardewani auf der Domäne Borshom fielen dem Käfer im Jahre 1893 über 40 000 Fichten zum Opfer, 600 Desjatin[1]) Wald wurden vernichtet. (Winogradow-Nikitin.) Diese Gebiete liegen am Westrande des kleinen Kaukasus, am Oberlauf des Kura-Flusses (Trialet-Gebirge).

Alle Örtlichkeiten von bisher bekannt gewordenem Massenauftreten des *Ips sexdentatus* in Wäldern der orientalischen Fichte liegen im natürlichen Verbreitungsgebiete dieser Holzart.

II. Die ostpontischen Befallsgebiete

Im nachstehenden werden jene Befallsgebiete genau geschildert, in denen sich die Massenvermehrung der letzten Jahre abgespielt hat, und die von mir im Herbst 1938 einer genaueren Untersuchung unterzogen worden sind.

1. Lage

Die von *Ips sexdentatus* befallenen Fichtengebiete der Türkei liegen im ostpontischen Gebirge und zwar in den zwischen dem Gebirgskamm und dem Schwarzen Meer liegenden Teilen (Abb. 1).

[1]) 600 Desjatin = 655,5 ha.

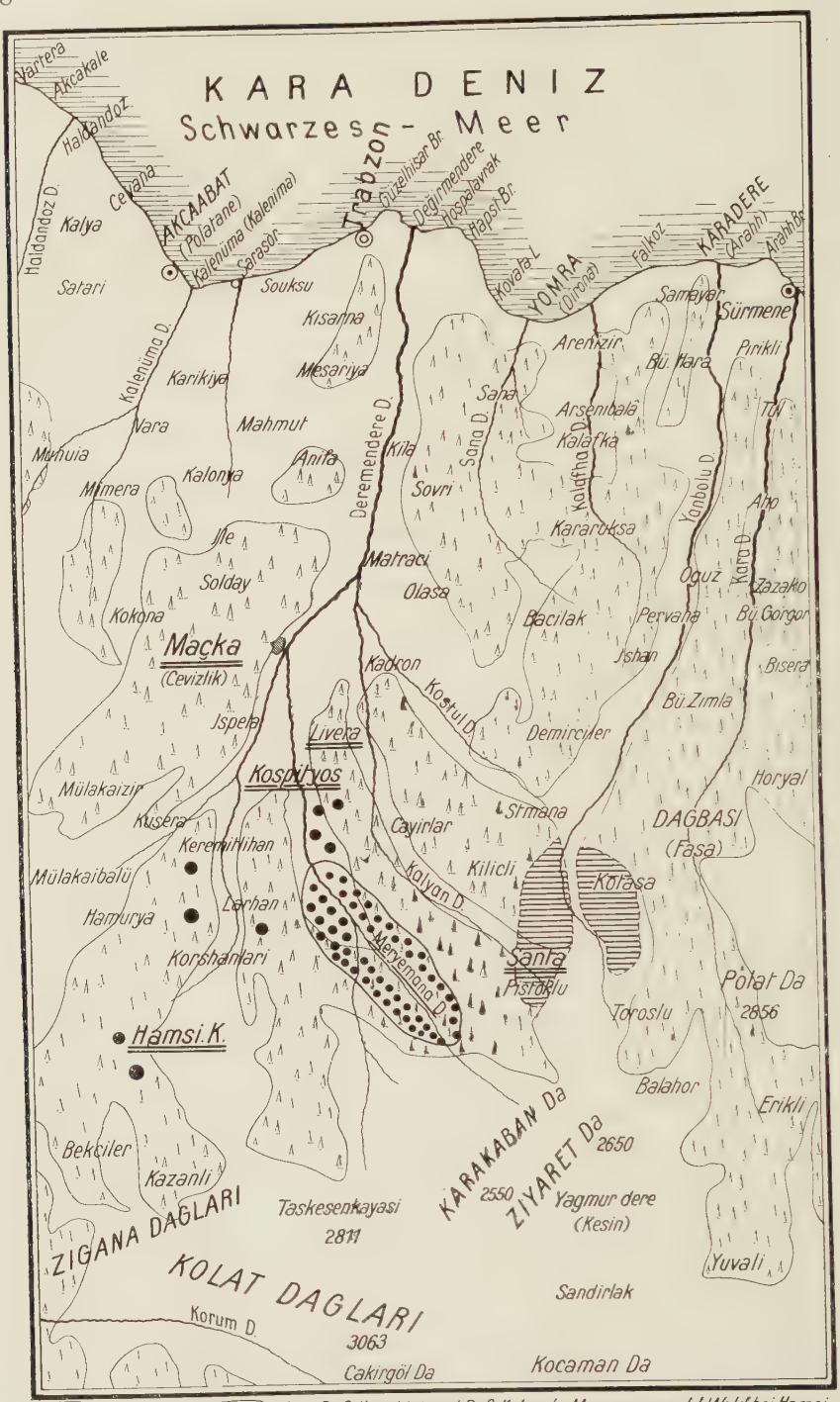


Abb. 1. Übersichtskarte (Maßstab: 1 : 365 000)

Das ostpontische Gebirge verläuft parallel zum östlichen Teil der Südküste des Schwarzen Meeres. Es reicht nach Philippson von der Çorukmündung bei Batum im Osten bis zum Unterlauf des Kizil Irmak (Halys der Alten) im Westen. Die „ostpontische Scholle", in der sich die Befallsgebiete befinden, beginnt beim Durchbruch des Yeşil Irmak und erstreckt sich von hier nach Osten.

Durch die Hochgebirgskette des ostpontischen Gebirges wird die Klimascheide zwischen dem regenreichen pontischen und dem trockenen Klima des Landesinneren Anatoliens gebildet. Die befallenen Wälder liegen im regenreichen pontischen Gebiete, zweifellos im Optimum des Verbreitungsgebietes der *Picea orientalis*.

Berücksichtigt man die vielfach gebrauchte Einteilung des Ostpontus in drei Teile, den westlichen, den mittleren und den östlichen Teil, so gehören die untersuchten Befallsgebiete dem östlichen Teil des ostpontischen Mittelstückes an. Sie liegen im Vilayet Trabzon (Trapezunt) und im Nordteil des Vilayet Gümüşhane.

Die Waldgebiete, die im Jahre 1938 und auch in den Vorjahren, starke Beschädigungen durch *Ips sexdentatus* aufwiesen, sind folgende (vgl. Abb. 1):

1. Das Gebiet des Santawaldes. Besonders an den zum Oberlauf des Baches einfallenden Hängen. Vilayet Trabzon und Vilayet Gümüşhane. Das Gebiet des Santawaldes liegt im Oberlaufe des Yambolubaches.

2. Das Gebiet des Merjemanawaldes. Vilayet Trabzon. Der Merjemanawald ist benannt nach dem Merjemanakloster (Kloster der Mutter Maria). In alten Karten findet man den Namen Sumelas für das Merjemanakloster.

Das Gebiet des Merjemanawaldes umfaßt die zum Merjemanabach einfallenden Hänge. Der Merjemanabach fließt im allgemeinen von SO nach NW, er mündet in den Deirmendere, d. h. er vereinigt sich mit dem Maçkabach zum Deirmendere, der bei Trabzon in das Schwarze Meer mündet. Es handelt sich in der Hauptsache um Hänge, die gegen Nordost oder gegen Südwest exponiert sind; aber auch alle anderen Hanglagen kommen entsprechend den Windungen des Bachverlaufes vor. Die Hauptbefallsgebiete liegen zwischen 700 und 1600 m Höhe.

Im Merjemanawald waren im Jahre 1938 die Bestände folgender Waldorte am stärksten von *Ips sexdentatus* befallen, links vom Laufe des Merjemanabaches: Kükla taşi, Taş köprü, Aksu, Kara ağaç, Merjemana Monastir, Marş mevkii, Has su und Samandira; rechts vom Laufe des Merjemanabaches: Isbendamaş, Yalişki, Sesli kaya, Çatlaksu und Yeniköy.

3. Das Waldgebiet bei Hamsiköy im Vilayet Trabzon.

Die Käferschäden des Jahres 1938 und der Vorjahre sind zum Teil in den gleichen Gebieten aufgetreten wie die im Jahre 1928 festgestellten, zum Teil aber in benachbarten, allerdings durch Gebirgskämme von diesen getrennten Wäldern.

Das Gebiet des Waldes bei Hamsiköy liegt am Nordabfalle des Zigana dagi in Lagen von 900—1600 m Höhe. Es erstreckt sich südlich von Maçka[1]) bis südlich von Hamsiköy.

2. Grundgestein und Boden

In der Türkei stocken die *Picea orientalis*-Wälder vorzüglich auf Granit, Biotitgranit, epidotisiertem Granit, quarzführenden Dioritporphyrit, Diabasporphyrit (Bernhard bei Schreiter).

Das ostpontische Gebirge zeigt äußerlich den Charakter eines Kettengebirges. Es ist aber kein Faltenzug, sondern „wenigstens östlich des Yeşil Durchbruches, zwischen Kamm und Meer eine nach diesem hin flach einfallende, ungefaltete Scholle, die von Brüchen durchsetzt ist, die der Küste im allgemeinen parallel laufen: die ostpontische Scholle Oswalds". „Der Südabhang des Gebirges dagegen gehört bereits dem gefalteten Gebirge an, und zwar der Kelkid-Tşorachzone Oswalds" (Philippson).

Die ostpontische Scholle, in der die Befallsgebiete liegen, besteht nach dem gleichen Autor in ihrem östlichsten Teile bis in die Gegend von Trabzon vorwiegend aus sehr mächtigen Eruptivdecken und Tuffen, zwischen denen Sedimente der oberen Kreide und des Eozän eingeschaltet sind. Die Eruption erfolgte vor der Ablagerung der jüngeren Kreideschichten. In dem Gebiet von Trabzon sind zwischen den Ergüssen und Tuffen, Mergel und Kalke mit Einlagerungen von Radioliten und Inoceramen vorhanden.

Die unteren Komplexe der Eruptivgesteine bestehen vorwiegend aus dunklen Augitandesiten, Daziten, Rhyotiththuffen. Die sauren Laven liegen über den basischen. Große Blöcke granodioritischer Gesteine sind besonders am Kamm der Gebirge häufig. „Die jüngere Serie, über der Oberkreide besteht nur aus basischen Laven und Tuffen (hauptsächlich Augitandesite und Augitite, Feldspatbasalte und Leucittephrite in den jüngeren Ergüssen). Diese jüngere Serie enthält wiederholt Einlagerungen von Mergeln und Kalken mit eozänen Nummuliten" (Philippson).

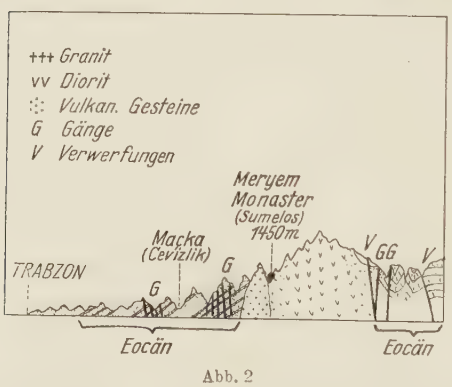


Abb. 2
Querprofil durch das Randgebirge bei Trabzon (n. Oswald)

Das im Merjemanawald, also mitten im Befallsgebiet liegende Merjemanakloster (Kloster Sumela) liegt nach der Tafel von Oswald im dioritischen Gestein. Nach der Skizze sind die beim Merjemanakloster zum Merjemanabach einfallenden Hänge (exponiert gegen NNW) dioritisch, die gegen SSO

[1]) Maçka führt in alten Karten den Namen Cevizlik-Nuß. Falmereyer spricht in seinen „Fragmenten aus dem Orient" vom „Nußbaumtal".

exponierten Hänge sind im oberen Hangteil granitisch, in den unteren Hangteilen dioritisch (Abb. 2).

Oswald gibt in der Liste der mikroskopisch untersuchten kristallinen Gesteine an:

1. Für das Merjemanatal: a) Eruptivgesteine mittlerer Azidität: Quarzglimmerdiorit und Hornblendepyroxenandesit; b) saure Eruptivgesteine: Granitit.

2. Für Hamsiköy: Glimmerporphyrit (mit mittlerer Azidität).

3. Bei Trabzon: a) basische Gesteine: Leuzittephrit (Alkalibasalt); b) Gestein mit mittlerer Azidität: Hornblendepyroxenandesit.

Bei Schreiter finden sich folgende Angaben, die auf das Fichtengebiet Bezug haben:

1. Trapazunt. Kalanema Dere am Kraftwerk von Visera. Fichtengebiet. Diabasporphyrit.

2. Santagebiet. Çakaleköy. Fichtengebiet. Quarzführender Dioritporphyrit.

3. Santa-Pişdol. Borkenkäferfraß im Fichtengebiet. (11. 9. 1928.) Granit.

Die angeführten Gesteine sind für die Bodenbildung günstig. In feuchten, humiden Gebieten — wie sie hier vorliegen — ergeben z. B. die basischen Eruptivgesteine und ihre Tuffe sehr kräftige Böden, die Granite und Dyorite kräftige Böden. Die Bodenverhältnisse sind also im allgemeinen von Natur aus günstig (insofern der Mensch sie nicht durch Raubwirtschaft vernichtet hat).

Die Waldböden sind meist lockere, humusreiche Böden. Bildung von saurem Humus, d. h. von Rohhumus, ist trotz der überreichen Regenmengen und der großen Nebelbildung nirgends festzustellen. Die gleichzeitig vorhandene Wärme bedingt eine rasche Umsetzung der Abfallprodukte, so daß Auflagehumus nie entstehen kann.

Ungünstig sind nur die reinen Fels- und Steinböden auf Felsriegeln, Felsköpfen, Bergstürzen und Schutthalden, denen eine kräftige Bodendecke noch fehlt. Sie bilden Orte geringen Umweltwiderstandes.

3. Die klimatischen Verhältnisse

Die in Frage stehenden Waldgebiete liegen durchweg am Nordabfalle der ostpontischen Randgebirgskette. Eine meteorologische Station ist im Waldgebiete selbst nicht vorhanden. Die nächstgelegene meteorologische Station ist Trabzon (41° 00′ Breite, 39° 43′ Länge, 200 m Höhe). Hier beträgt die mittlere Jahrestemperatur 14,7° C. Die wärmste Monat ist der August (Mittel 23,6° C), der kälteste der Februar (Mittel 6,4° C). Die Jahresschwankung beträgt 17,2° C. Das Maximum der mittleren täglichen Schwankung liegt im April mit 7,7° C, das Minimum im Januar mit 5,5° C. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge beträgt 853 mm (Maxi-

mum 156 mm im November, Minimum 34 mm im März). Den Hauptniederschlag bilden die Herbstregen. So fielen in den Jahren 1927—33: 38% der gesamten Regenmenge im Herbst, 28% im Winter, 17,2% im Frühjahr und nur 16,6% im Sommer. Der Regenfaktor[1]) beträgt 58. Das Klima, ein Cfa-Klima[2]), ist humid und mild. Die Klimadaten für Trabzon sind (soweit sie mir zugänglich waren) in den Tabellen 1 und 2 wiedergegeben.

Tabelle 1

Monatstemperaturmittel in °C. Trabzon

Jahr	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Jahresmittel
1931	8,2	9,2	9,6	10,7	17,9	22,6	23,7	23,5	21,1	16,9	12,9	6,3	15,2
1932	5,0	5	9	14	16	20	22	23	21	21	13	9	14,8
1933	6,0	8	6	11	15	19	21	23	19	17	17	9	14,3
1934	6,5	4,9	9,9	11,6	16,6	20	23,2	22,8	19,7	17,2	13,2	8,7	14,5

Die Windverhältnisse in Trabzon sind folgende: der häufigste Wind ist der SO-Wind, an zweiter Stelle stehen die NO-Winde und an dritter Stelle die NW-Winde. So wehten z. B. im Jahre 1934 an 329 Tagen SO-Winde, an 244 Tagen NO-Winde, an 155 Tagen NW-Winde, an 90 Tagen S-Winde, an 57 Tagen W-Winde, an 28 Tagen N-Winde, an 25 Tagen O-Winde und an 23 Tagen SW-Winde.

Tabelle 2

Trabzon. Monatliche Niederschlagsmengen in mm

Jahr	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Jahressumme
1927	79	74	13	50	38	12	48	10	35	42	297	128	823
1928	31	135	31	26	25	73	0	83	52	150	60	63	729
1929	69	71	33	64	20	55	69	74	263	31	25	29	803
1930	40	105	67	58	33	47	11	51	82	111	137	114	856
1931	71,4	17,3	97,1	96,8	23,5	34,5	18,6	73,2	42,8	98,9	171,9	125,9	871,9
1932	76	85	32	96	48	31	107	29	25	12	240	66	847
1933	98	93	70	45	50	78	75	21	143	90	161	104	1028
1934	42,8	41,5	15,1	44,7	40,1	74,7	14,2	51,3	62,3	124,3	82,1	122,4	715,5

Diese klimatischen Verhältnisse von Trabzon dürfen aber nicht ohne weiteres einfach auf die Gebiete der *Picea orientalis*-Wälder im Nordabfalle

[1]) Regenfaktor $= \frac{\text{Jahresniederschlagssumme}}{\text{Jahresdurchschnittstemperatur}}$

[2]) Die Cfa-Klimastufe ist gekennzeichnet durch: kältester Monat zwischen 18 und —3°, beständig feucht, wärmster Monat über 22°. Diese Klimastufe ermöglicht üppigen, hochstämmigen Wäldern bestes Wachstum.

der Randgebirgskette übertragen werden. Trabzon bildet eine ausgesprochene Klimainsel, deren Wintertemperatur um 1,7° C höher liegt als die Istanbuls. Das Klima von Trabzon ist nur auf einen schmalen Streifen an der Küste beschränkt.

Die Randgebirge zeigen andere klimatische Verhältnisse. Am Nordabfall der Randgebirge, also den dem Schwarzen Meer zugewendeten Hängen ist die Menge der Niederschläge und auch die Nebelbildung zweifellos viel größer. Die Wolken übersteigen nicht die hohen Kämme der Randgebirgsketten, sondern sie bleiben an den meerseitigen Hängen. Dadurch ist der Nordabfall des ostpontischen Gebirges regenreich, während die dem Landinneren zugewendeten Hänge regenarm sind. Dies prägt sich auch in der Zusammensetzung der Pflanzenwelt sehr deutlich aus. So überschreitet z. B. *Fagus orientalis* nicht den Ziganapaß, sie ist nur an den meerseitigen Hängen des Randgebirges vorhanden. Auch die Nebelbildung ist in den meerseitigen Waldgebieten häufig und langandauernd.

Sehr interessant und Beweis für das eben Gesagte war z. B. die Wolkenlage am 26. Oktober 1938 in der Zeit zwischen 15 Uhr 30 und 16 Uhr im Gebiete zwischen dem Ziganapaß (2070 m) und Hamsiköy (1300 m) am Nordabfall des Ziganamassivs. Am Südabfall des Ziganamassivs reichte die Wolkendecke knapp 80—100 m unter die Paßhöhe, also nur von rund 1990 bis über 2070 m (Abb. 3). Ganz anders war aber die Wolkenlage am Nordabfall, also am meerseitigen Abfall des

Abb. 3. Südabfall des Zigana dag. Nur die obersten Berggipfel sind in einer dünnen Wolkenschicht (26. Oktober 1938)

Ziganamassivs. Hier war das Gebiet von 1300 m Höhe bis zur Paßhöhe (2070 m) ganz dicht in Wolken gehüllt (vgl. die Abb. 4). Ihre Feuchtigkeit geben die Wolken an die zum Meer abfallenden Gebirgsteile ab.

Abb. 4. Am Nordabfall des Zigana dağ reicht die Wolkendecke tief in die Täler herab (26. Oktober 1938)

Auch die Nebelbildung ist daher im *Picea orientalis*-Gebiete, das eben in den meerseitigen Teilen des ostpontischen Randgebirges liegt, sehr häufig. So haben Täler wie das Merjemanatal langanhaltende Nebellage, besonders während der Nacht und der Vormittagsstunden, oft aber auch den ganzen Tag über. Die Verhältnisse sind für den Wasserhaushalt der Pflanzen von großer Bedeutung, sie bewirken z. B. eine Herabminderung der Transpiration. Dies ist ein Umstand, der für das Gedeihen der Fichte in den regenarmen Zeiten zweifellos günstig ist, denn Mai bis Oktober sind im allgemeinen warm und heiß.

Die geschilderten Verhältnisse zeigen, daß man die Daten der meteorologischen Station in Trabzon nicht einfach auf das Gebiet der *Picea orientalis*-Wälder der Forstdirektion Trabzon übertragen darf.

In den großen *Picea orientalis*-Gebieten der meerseitigen Teile der ostpontischen Randgebirgskette sind zweifellos die Niederschlagsmengen größer, die Nebelbildung häufiger, die Temperaturschwankungen größer, die Minimumtemperaturen und das Jahrestemperaturmittel sicher niedriger als in Trabzon. Außerdem haben die höheren Lagen der Gebiete eine zwei bis drei Monate andauernde, winterliche Schneedecke. Diese Schneedecke

ist in den niederen Lagen allerdings mit Unterbrechungen nur zwei bis drei Monate andauernd.

Die mehr oder weniger andauernde Schneedecke soll z. B. im Gebiete des Merjemanawaldes in Höhenlagen über 1400 m vom Dezember bis März, in Höhenlagen von 1000—1400 m mit Unterbrechungen von Dezember bis März, in Höhenlagen von 700—1000 m mit Unterbrechungen von Dezember bis Februar vorhanden sein. Die maximale Schneelage soll in Höhen über 1400 m zwei Meter, in 1000—1400 m einen Meter erreichen und in Höhen von 700—1000 m aber 50 cm nicht überschreiten. Andauer und Mächtigkeit der Schneedecke im Winter sind für den Fortgang der Winterbekämpfung des *Ips sexdentatus* von Bedeutung.

Es wäre außerordentlich wünschenswert, wenigstens eine gut ausgestattete meteorologische Station innerhalb des *Picea orientalis*-Gebietes zu errichten, um die Größe der Klimafaktoren in diesem wirtschaftlich wichtigen und wissenschaftlich interessanten Waldgebiete erfassen zu können.

Im großen gesehen, bildet der Randgebirgszug den klimatischen Übergang zwischen dem Cfar-Klima an der Küste bei Trabzon und dem kontinentalen Klima des Landinneren von Ostanatolien.

4. Der Waldaufbau

Die befallenen Bestände liegen, wie bereits erwähnt, im natürlichen Verbreitungsgebiete der *Picea orientalis*.

Die orientalische Fichte ist wie alle Fichten eine Holzart, die entsprechende Ansprüche an hinreichende Feuchtigkeit stellt. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich über den Nordabfall des ostpontischen Gebirges und reicht bis in den Kaukasus. Die Westgrenze liegt in einer Linie, die man sich von Nord nach Süd über Ordu (an der Südküste des Schwarzen Meeres) gezogen denken muß.

Im ostpontischen Gebirge besiedelt sie hauptsächlich dessen Nordabfall, also die meerseitigen, regenreichen Teile. Wo sie am Südabfall vorkommt, handelt es sich sicher um feuchtere Lagen mit Sonderklima, Lagen über 1000 m bzw. 1300 m Höhe. In der regenarmen Innenlandschaft fehlt die *Picea orientalis*.

Heute tritt sie am Nordabfall in umfangreichen Mischwäldern und auch in Reinbeständen meist ab 600 m Höhe auf. Dahin hat sie aber zweifellos der Mensch zurückgedrängt. Bestandesreste auf den Hängen, die zum Unterlauf des Deirmenderebaches einfallen, und bei Trabzon lassen den berechtigten Schluß zu, daß sie in früheren Zeiten in diesen Gebieten bis zur Küste des Schwarzen Meeres auftrat. So ist sie sicher als Mischholzart in früheren Zeiten auch in den meeresnahen Teilen viel häufiger gewesen, als dies heute der Fall ist. Kleine natürliche Fichtengruppen und Fichtenhorste unweit von Trabzon, weniger als 1 km von der Küste des Schwarzen Meeres entfernt (z. B. zwischen dem Boztepe und dem

Deirmenderetal) geben Zeugnis davon [1]). Größere Fichtenhorste sind in den höheren Lagen der zum Deirmenderetal abfallenden Hänge bei Straßenkilometer 12 der Transitstraße Trabzon—Ziganapaß noch vorhanden.

Tabelle 3

Höhenlage m	Alter	Länge m	Nutzholzlänge [1]) m	Mittendurchmesser cm	Brusthöhenumfang cm
860	100	21	—	80	—
940	190	33	28	80	275
950	66	20	15	—	210

[1]) Unter Nutzholzlänge versteht man in der Türkei die Länge des Stammes bis 20 cm Zopfstärke.

Zweifellos wurde der Fichtenwald erst durch die Zugriffe des Menschen in die weiter vom Meer und den Haupttälern abgelegenen Gebiete der Seitentäler, aus denen das Holz schwerer zu bringen ist, zurückgedrängt.

Abb. 5. Das mittlere Merjemanatalgebiet. Mischwald (Oktober 1938)

so z. B. in das obere Merjemanatal oder in das obere Yambolutalgebiet. Der auf Jahrtausende zurückreichende Einfluß des Menschen auf die Gestaltung des Landschaftsbildes darf in den uralten Siedlungs- und Kulturgebieten Anatoliens nie vergessen werden.

[1]) Zwischen Sürmene und Rize finden sich kleine Bestände der orientalischen Fichte direkt an der Küste des Schwarzen Meeres.

Die Zuwachsleistungen der orientalischen Fichte sind oft sehr gut. Jahrringbreiten von 0,5 bis über 1 cm sind, sobald die Fichte vom Druck der umstehenden Altfichten frei wird, sehr häufig, und diese Dickenzuwachsleistungen sind auch anhaltend.

Im großen Durchschnitt kann je Hektar (reiner Fichtenbestand bzw. auf volle Fichtenbestockung reduzierte Fläche) eine Derbholzmasse von rund 350—400 fm angenommen werden.

Es seien hier einige im Merjemanawald gelegentlich vorgenommene Messungen angegeben: (s. Tab. 3).

Im Merjemanawald handelt es sich vorwiegend um Mischbestände, doch sind auch reine Fichtenbestände vorhanden, die in der Regel als nicht sehr ausgedehnte Reinbestände im Mischwald oder als umfangreiche Reinbestände in den größeren Höhenlagen liegen. Mit zunehmender Erhebung nimmt überall der Fichtenanteil im Mischwalde zu, um meist bei 1500 bis 1600 m Höhe in reine Fichtenbestände überzugehen, die hier nun bis zur oberen Waldgrenze reichen (Abb. 5—7).

Abb. 6. Merjemanawald, gegenüber dem Merjemanakloster. Übergang des Mischwaldes in den Fichtenreinbestand (18. Oktober 1938)

In geringeren Höhenlagen von 400 bis 600 m, also im Gebiete des Unterlaufes des Merjemanabaches, ist der Fichtenanteil heute gering. Früher wird auch in diesen Höhenlagen die Fichte häufiger gewesen sein. Fichtenhorste sind noch verstreut vorhanden. Die Fichte ist eben hier, in den leicht bringbaren Teilen meist dem Menschen zum Opfer gefallen. Der Mischwald des unteren Merjemanatalgebietes besteht in etwa 400 bis 600 m Höhe aus *Fagus orientalis*, *Carpinus betulus*, *Carpinus orientalis*, *Picea orientalis*, *Quercus*-Arten (z. B. *Quercus longifolia*, *Quercus iberica*.

Die Eichenarten gehen hier bis etwa 900 m Höhe). *Acer*, *Sorbus torminalis*, auch Waldrebe ist vertreten, ferner *Castanea vesca*. Hier herrscht das Laubholz vor.

Etwa von 600 m an wird die *Picea orientalis* häufiger, sie tritt in größeren Gruppen und Horsten auf. Die Mischwälder des oberen Merjemanatalgebietes von etwa 750 m aufwärts haben einen großen Fichtenanteil, er beträgt im Durchschnitt 0,5—0,6. Kleinere Reinbestände von 5 bis etwa 10 ha Ausmaß sind vorhanden.

Der obere Merjemanawald besteht hauptsächlich aus folgenden Holzarten: *Picea orientalis*, *Carpinus betulus*, *Carpinus orientalis*, *Fagus orientalis*, *Acer*, *Alnus* (am Fluß und in Mulden bis etwa 1400 m), *Juglans* (bis 1450 m), *Castanea vesca* (bei 1200 m noch fruchtend, aber nur vereinzelt, obere Grenze soweit beobachtet bei 1450 m), *Quercus*-Arten (obere Grenze bei etwa 900 m), *Quercus iberica*, *Quercus longifolia* und andere.

Abb. 7. Reinbestände der *Picea orientalis* in Höhenlagen über 1450 m. Merjemanawaldgebiet, gegenüber dem Merjemanakloster (18. Oktober 1938)

Sträucher und Unterwuchs: *Staphylea*, *Corylus colurna*, *Corylus avellana* (an freieren Stellen, Bestandesrändern, in mittleren Lagen), *Cornus mas* und *Evonymus* (beide an lichteren Stellen), *Sambucus*, *Rhododendron ponticum*[1], *Azalea flava*, *Ilex aquifolium*, Brombeere.

Bodendecke: Die tote Bodendecke ist von sehr geringer Stärke, sie enthält kaum mehr als die letztjährigen Blätter und Nadeln. Feuchtigkeit

[1]) Aus dem Holze von *Rhododendron ponticum* werden Holzlöffel verfertigt und das Stück in Kanalköprü um einen Kuruş verkauft. In anderen Gebieten, z. B. bei Sürmene verfertigt man die Holzlöffel aus Buchsbaumholz.

und Wärme sorgen für rasche Umsetzung der organischen Abfallprodukte. In diesem Gebiete kann — wie schon erwähnt — Auflagehumus nicht auftreten. Dies verhindern schon die klimatischen Verhältnisse.

An zwei Talquerschnitten (Abb. 8 und 9) bei Skoleta im Merjemanatal sei die Holzartenverteilung skizziert.

Der Hauptcharakter des Merjemanawaldes ist, der eines typischen natürlichen Mischwaldgebietes, in dem nicht sehr ausgedehnte Fichtenreinbestände vorhanden sind.

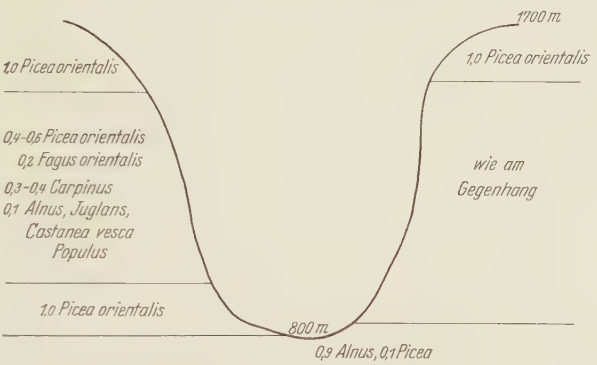


Abb. 8. Holzartenverteilung. Talquerschnitt am Beginn des oberen Merjemanatales. Seitlich von der Talsohle Steilhänge

Der Wald hat in seinen oberen Lagen ausgesprochenen Urwaldcharakter. Die Bestände sind sehr ungleichalterig, auch dann, wenn sie bei flüchtiger Betrachtung einen gleichalterigen Eindruck erwecken. Zählt man aber die Jahresringe der Fichten, so zeigt sich die Ungleichalterigkeit. Der Eindruck der Gleichalterigkeit entsteht dort, wo z. B. Altfichten (z. B. 200- und mehrjährige), die lange unter Druck erwachsen sind, neben jüngeren (z. B. 60-jährigen) gleichstarken Fichten stehen, die aber dank geringerer Konkurrenz sich schon früh ungehindert entwikkeln konnten. Im großen und ganzen sind die Bestände meist 20—200jährig. Schöne Fichtenverjüngungen sind fast überall vorhanden und von sehr freudigem Aussehen. Meist sind tatsächlich alle Altersklassen auf der gleichen Fläche vertreten, darunter oft recht alte, durch lange Zeit unterdrückt gewesene Fichtenhorste.

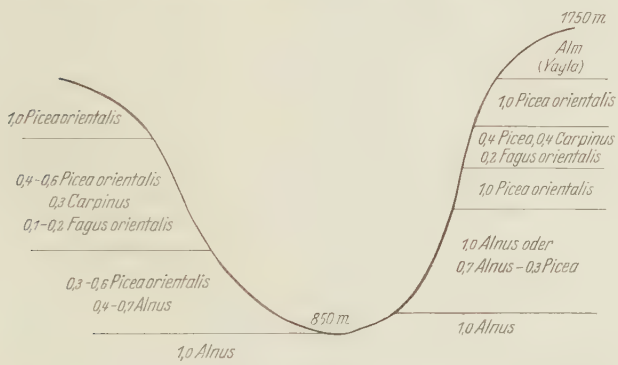


Abb. 9. Holzartenverteilung. Talquerschnitt am Beginn des oberen Merjemanatales. Seitlich vom Tal ansteigende Mulden

Im allgemeinen sind also ungleichalte Mischbestände mit wechselndem Fichtenanteil und ungleichalte Fichtenreinbestände vorhanden.

Das Santawaldgebiet konnte nicht mehr studiert werden. Nach den erhaltenen Angaben besteht der Wald dieses Gebietes sowohl aus ausgedehnten Fichtenreinbeständen wie auch großen Fichten-Laubholz-

mischbestände. Die Fichtenreinbestände befinden sich in den höheren, die Mischbestände in den tieferen Lagen.

Das Gebiet des Hamsiwaldes, zwischen Maçka und Hamsiköy beginnend und bis unter den Ziganapaß (Nordseite) sich ausdehnend, hat sowohl Mischbestände wie auch wenig ausgedehnte Reinbestände der orientalischen Fichte. Die Mischbestände enthalten neben der *Picea orientalis* hauptsächlich *Carpinus betulus*, *Carpinus orientalis*, *Fagus orientalis*. Neben Fichtenreinbeständen kommen aber auch Reinbestände der *Fagus orientalis* vor, so z. B. liegt gegenüber von Hamsiköy ein reiner *Fagus orientalis*-Bestand in 1300—1500 m Höhe. Von 1500 m Höhe an schließt reiner Fichtenbestand an. Am meerseitigen Abfall des Ziganamassivs gehen Bestände der *Picea orientalis* und auch der *Fagus orientalis*[1]) in schöner hochstämmiger Form bis 1800 m Höhe. Von etwa 1800—2000 m schließen sich nun *Pinus silvestris*-Bestände an. *Fagus orientalis* überschreitet den Ziganapaß nicht, sie kommt am Südabfall des Massivs überhaupt nicht vor.

Das Ziganamassiv ist, wie alle hohen Kämme des Randgebirges, eine gewaltige Klimascheide. Der Nordabfall ist — wenn man so sagen darf — eine dem „deutschen Wald" ähnelnde Welt, es ist das Gebiet des „Wolkenwaldes". Der Südabfall ist regenarm kontinental. Dies kommt in der Zusammensetzung der Pflanzenwelt schlagartig zum Ausdruck[2]).

Mit der Überschreitung des Ziganapasses ändert sich das Waldbild vollkommen. Obzwar Käferschäden am Südabfall des Ziganamassivs nicht vorkommen, so sei doch zum Gegensatz des Waldbildes am meerseitigen Abfall auch das Waldbild am landseitigen Abfall des Ziganamassivs kurz geschildert.

Nordabfall: (meerseitig). Vorwiegend *Picea orientalis*, *Fagus orientalis*, *Carpinus betulus*, *Carpinus orientalis* und die auf S. 557 erwähnten Holzarten und Sträucher. *Picea orientalis* geht mit *Fagus orientalis* bis 1800 m Höhe; von 1800 m bis etwa 2000 m *Pinus silvestris*.

Der Wald hat hohe natürliche Widerstandskraft. Die Waldvernichtung und Verwüstung kommt in den Tälern und den der Talsohle nahen Hangteilen des Haupttales stark zum Ausdruck.

Die Gunst der klimatischen Verhältnisse verhindert die krasse Auswirkung der Waldvernichtung.

---

[1]) Bei *Fagus orientalis* kann man im gleichen Bestande zwei Linien unterscheiden, solche, die das Laub Ende Oktober schon gänzlich abgeworfen haben und solche, die zu dieser Zeit noch das ganze Laub besitzen.

[2]) Der Zeitpunkt der Laubverfärbung und des Laubfalles sind gleichfalls verschieden. Ende Oktober 1938 waren die Eichen am meerseitigen Abfall des Ziganamassivs noch durchwegs grün belaubt, am landseitigen Abfall aber war das Eichenlaub schon größtenteils verfärbt und vielfach auch schon abgefallen. Diese Beobachtungen wurden am gleichen Tag, dem 26. Oktober 1938, gemacht.

Südabfall: (landseitig). (Der Südabfall des Zigana dağ ist nach Oswald wahrscheinlich Verwerfungsfläche.)

2070—2000 m: kahl.

2000 m: *Pinus silvestris.*

1900 m: *Pinus silvestris* und einzelne Aspen.

1750 m: 0,9 *Pinus silvestris*, 0,1 Aspe und Eiche.

1580 m: Eichenbuschwald durchmischt mit *Pinus silvestris.*

1450 m: Eichenbuschwald mit Aspe, *Carpinus*, *Crataegus*, *Berberis*, *Rosa canina* und spärlich *Azalea flava.* Ganz vereinzelt junge *Picea orientalis* und *Pinus silvestris* unter den Eichenbüschen.

1350 m: *Pinus silvestris*, Eiche, Aspe

1300 m: Am Nordhang: *Picea orientalis* (Lokalklima), die Benadelung der Fichte aber nicht freudig grün, sehr kurz und gelbgrün, Eiche.

An den Südhängen: Eiche, *Pinus silvestris.*

Bei allen Holzarten handelt es sich um Jungbestände mit meist geringer Bestockungsdichte. Meist sind sie gleichalterig.

Die natürliche Widerstandskraft dieser Wälder ist von Haus aus geringer als jener am Nordabfall.

Die Waldvernichtung ist am Südabfall sehr groß, viel weiterreichend als am Nordabfall. Sie wird durch die Ungunst des Klimas gefördert und gesteigert. Es müssen eben hier Weideschäden und Zugriffe des Menschen durch die Ungunst der klimatischen Verhältnisse zu verschärfter Auswirkung ge-

Abb. 10. Durch Entwaldung entstandener tiefer und langer Wasserriß. Am Harşidere bei Torul (26. Oktober 1938)

langen[1]). Die Bewaldung war in früheren Zeiten viel größer. Die Waldvernichtung wurde durch ungeregelte Nutzung für den Bergbau

Abb. 11. Verkarstung zwischen Torul und Gümüşhane (26. Oktober 1938)

(Gümüşhane), Viehweide usw. herbeigeführt. Teilweise sind Verkarstungen vorhanden, ebenso starke Erosionsrisse z. B. am Harşidere bei Torul (Abb. 10 und 11).

III. Die Lebensweise des *Ips sexdentatus* im ostpontischen Gebiet der *Picea orientalis*

1. Die Hauptbrutholzart

In Mitteleuropa und in den anatolischen Kieferngebieten sind die Kiefernarten wie *Pinus silvestris*, *Pinus nigra* die bevorzugte Brutholzart des *Ips sexdentatus*. Danach führt er ja zum Teil auch den Namen „zwölfzähniger Kiefernborkenkäfer". In den anatolischen Kieferngebieten, auch dort, wo die Kiefer mit der Tanne (*Abies Bornmülleriana*) gemischt ist, z. B. im Çangalurwald, im Zindanurwald bei Ayancik, ferner am Ilgaz dağı, bei Küre, bei Dadai wurde der Käfer nur an *Pinus silvestris* und *Pinus nigra* angetroffen (Schimitschek 1937).

Im Gegensatz dazu ist im ostpontischen Fichtengebiet die *Picea orientalis* die Hauptbrutholzart des *Ips sex-*

[1]) Ähnlich sind die Verhältnisse auch in anderen Gebieten von Nordanatolien. Vgl. Schimitschek 1937.

dentatus. Während hier die orientalischen Fichten äußerst starken Primärbefall aufwiesen, wurden die wenigen im Gebiete vorhandenen *Pinus silvestris* vom Käfer nur sehr selten angegangen. Vereinzelt ist es in Europa vorgekommen, daß *Ips sexdentatus* an stehenden *Picea excelsa* erheblichen Schaden verursacht hat (vgl. Neumeister, zit. nach Escherich II, S. 538).

Im ostpontischen *Picea orientalis*-Walde ist *Ips sexdentatus* ein ausgesprochenes Fichteninsekt, der hier die Fichte allen anderen Holzarten, auch der Kiefer, vorzieht. Dieses Verhalten, wie auch sonstige Abweichungen in manchen Punkten der Lebensweise gegenüber jener in Mitteleuropa lassen die Vermutung berechtigt erscheinen, daß wir es bei dem *Ips sexdentatus* im *Picea orientalis*-Gebiet vielleicht mit einer biologischen Rasse zu tun haben, die sich ganz auf die orientalische Fichte spezialisiert hat. Ihre Verbreitung wird sich mit dem Verbreitungsgebiet der orientalischen Fichte decken. Morphologische Unterschiede zwischen dem Fichten-*sexdentatus* und dem Kiefern-*sexdentatus* bestehen aber nicht.

Im Zeichen der Massenvermehrung geht *Ips sexdentatus* ausnahmsweise auch an *Taxus baccata* und an Laubhölzer, wie dies Winogradow-Nikitin im Kaukasus beobachtet hat. In diesen Holzarten können sich aber die Larven des Käfers nicht entwickeln und gehen zugrunde.

2. Der Befall des Einzelstammes

In erster Linie befällt *Ips sexdentatus* zum Zwecke der Brutanlage solche Fichten, die Verletzungen aufweisen, in deren Gefolge mehr oder weniger starker Harzfluß auftritt. Ferner aus anderen Ursachen kränkelnde Fichten. Bei Massenvermehrung aber geht der Käfer vollkommen gesunde Fichten an.

Das erste Einbohren des primär auftretenden Käfers in gesunde, stehende Fichten erfolgt stets in den oberen Stammteilen, meist etwas oberhalb der Stammitte. So erfolgte z. B. bei einer *Picea orientalis* von 21 m Länge der erste Käferangriff in 11 m Höhe über dem Wurzelanlauf. (Merjemanawald, Höhe 850 m, Alter 100 Jahre, Mittendurchmesser 82 cm.) Sehr gerne bohrt sich der Käfer in der Nähe von Astansätzen ein. Von diesen Stellen der ersten Angriffe ausgehend, schreitet der Befall des Einzelstammes nach aufwärts und abwärts fort. Meist wird erst die obere Stammhälfte oder vielmehr die oberen zwei Drittel des Stammes besiedelt, dann erst die unteren Stammteile. Die oberen zwei Drittel der Stammlänge werden häufig bei der ersten Flugzeit, also vom Frühjahrsschwarm befallen, das restliche untere Stammstück in der zweiten Flugzeit vom Sommerschwarm.

Ips sexdentatus befällt den Stamm bis zu einem Durchmesser von 7 cm. Das äußerste Zopfstück wird selten von *Ips sexdentatus* befallen, hier findet man *Pityophtorus pityographus* Ratz.

Gegen die ersten Käferangriffe wehrt sich die orientalische Fichte durch Harzausfluß[1]), der oft außerordentlich stark ist (Abb. 12). In diesem Harzfluß ersticken die sich einbohrenden Käfer. Dies kann man an jüngstbefallenen, gesunden grünen Fichten immer wieder beobachten. Oft sammeln sich um die ersten Einbohrstellen hühnereigroße, mitunter noch größere Harzklumpen an. Ihr Harz ist stark mit Bohrmehl durchsetzt und erhält so oft einen violetten oder rötlich-rindenfarbenen Ton. Der Harzfluß reicht in dünnen Streifen oft 3 und 4 m stammabwärts.

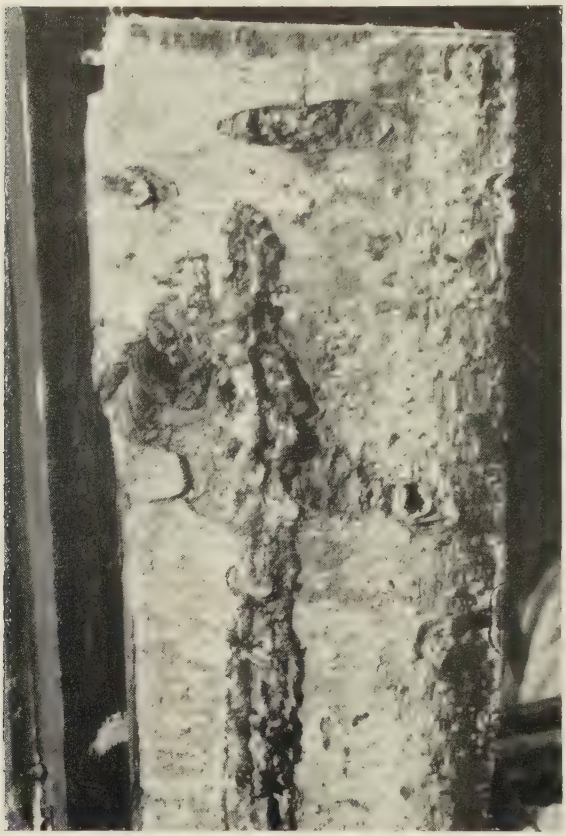


Abb. 12. Starker Harzfluß. Ausgehend vom Einbohrloch des *Ips sexdentatus*. Primärbefall und erster Käferangriff. *Picea orientalis*. Merjemanawald (24. Oktober 1938)

Die sich zuerst einbohrenden „Pioniere", die im ausfließenden Harz oft ihr Leben lassen müssen, bereiten den Befall vor. Die nächsten anfliegenden Käfer können nun in dem schon geschwächten Baum gefahrlos ihre Bruten absetzen.

Jedes Einbohrloch ist von einem Harztrichter umgeben, der in der Regel 1 cm hoch ist und einen Durchmesser von 1—1,5 cm besitzt (Abb. 13 und 14). Durch ihn mündet das Einbohrloch ins Freie. Auch das Harz dieser kleinen Harztrichter ist sehr stark mit Bohrmehl durchmischt.

Die Reaktion der *Picea orientalis* auf den Primärbefall durch *Ips sexdentatus* besteht aber nicht nur in Harzfluß und der Bildung von Harztrichtern um das Einbohrloch des Käfers. Ein starker Primär-

[1]) Die orientalische Fichte neigt überhaupt zu starkem Harzfluß. So ist sie z. B. gegen Grünastung sehr empfindlich, sie reagiert darauf mit sehr starkem Harzfluß und kümmert. Grünastung, wie sie z. B. in Trabzoner Gärten geübt wird, führt oft zum Absterben der Fichte. Ähnlich wirkt sich die Schneitelung aus.

befall führt natürlich durch die völlige Zerstörung der lebenswichtigen Kambialzone zum Absterben der befallenen Fichten. Dieses Absterben erfolgt aber nicht sofort. Äußerlich tritt es durch die Verfärbung der Nadeln, durch die sogenannte „Kronenverfärbung“ in Erscheinung (vgl. Abb. 21—24).

Bei den vom Frühjahrsschwarm primär befallenen orientalischen Fichten tritt die Rötung der Nadeln — die Kronenverfärbung — in den

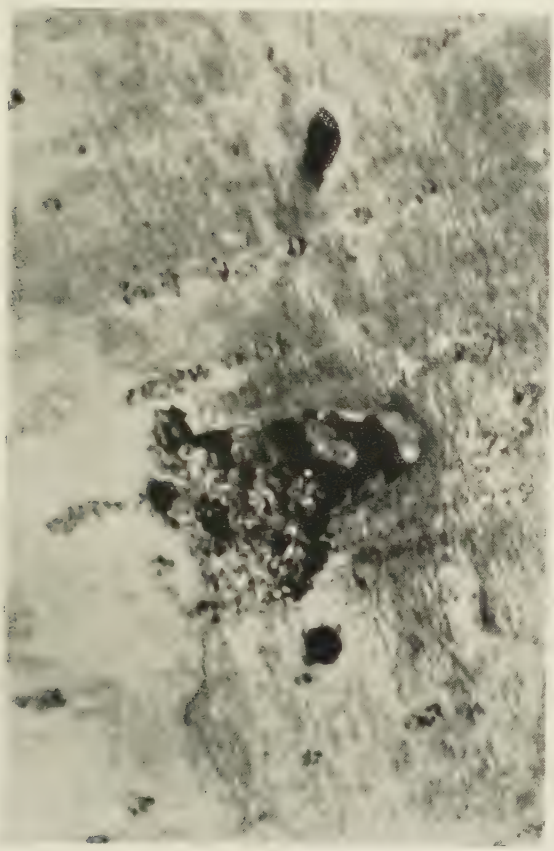


Abb. 13. Harztrichter um das Einbohrloch des *Ips sexdentatus* an *Picea orientalis*. Merjemanawald (17. Oktober 1938)

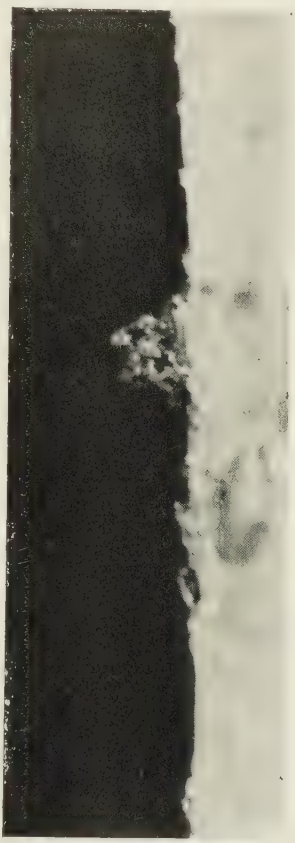


Abb. 14. Harztrichter um das Einbohrloch des *Ips sexdentatus* an *Picea orientalis*. Von der Seite gesehen. Merjemanawald (Oktober 1938)

Monaten (Juni), Juli und August ein und sie kann nun entweder die ganze Krone umfassen oder nur den oberen Teil derselben. Die Verfärbung aller Nadeln, also der ganzen Krone tritt ein, wenn der Stamm seiner ganzen Länge nach, oder wenigstens von den untersten Astansatzstellen bis in den Gipfel vom Käfer befallen ist (Abb. 21—24). Oft aber kann man feststellen, daß nur die Nadeln des oberen Kronenteiles verfärbt

(rot geworden) sind, während die des unteren Kronenanteils voll saftig und grün geblieben sind. Dies ist dann der Fall, wenn der Stamm nicht im Bereiche der ganzen Krone vom Käfer befallen worden ist, sondern wenn er erst oberhalb der unteren Astansatzstellen Käferbefall aufweist. Es sterben dann die Nadeln der unterhalb der unteren Grenze des Befalles dem Stamm entspringenden Äste nicht ab. Sie bleiben grün und am Leben soweit eben die Kambialzone des Stammes nicht zerstört ist und lebt.

Es ist dies eine sehr häufige Erscheinung, daß bei vielen befallenen Fichten nur die oberen zwei Drittel der Krone rote Nadeln bekommen. Dies ist auch ein sichtbares Zeichen dafür, daß zunächst die oberen zwei Drittel des Stammes vom Käfer befallen werden. Es sind also nicht die dickborkigsten Teile des Stammes, die *Ips sexdentatus* in erster Linie bevorzugt.

Die verhältnismäßig rasch eintretende Kronenverfärbung nach dem Frühjahrsbefall hat ihre Ursache sicher darin, daß im Frühjahre die Reservestoffe für die Maitriebbildung aufgebraucht werden. Die Verfärbung selbst geht (in der Zeit von Ende Juni bis Mitte August), beim Einzelstamme in einigen Tagen vor sich. Neue Reservestoffe können, soweit die Kambialzone zerstört wurde, nicht mehr gebildet werden, wohl aber dort, wo die unteren Kronenteile, soweit der Stamm in ihrem Bereiche nicht befallen wurde, grün bleiben. Besonders in den nebelreichen Lagen, in denen die Transpiration herabgesetzt ist, können sie sich lang am Leben erhalten. Allerdings werden die zunächst unbefallenen Stammteile bei der nächsten oder der übernächsten Flugzeit vom Käfer angegangen. Sie sind z. B. besonders beliebte Winterquartiere des Käfers. Die Nadeln dieser unteren, zunächst grün gebliebenen Äste verfärben sich, wenn der untere Stammteil beim Sommerflug befallen wurde, im Spätherbst; wenn er beim Herbstflug befallen wurde allmählich im Laufe des Winters. In diesen Stammteilen findet man im Herbst: Regenerationsfraß des Altkäfers, vereinzelte Geschwisterbruten, Überwinterungsfraß, Ernährungsfraß des Jungkäfers und auch ganz vereinzelte Ansätze einer dritten Generation, die sich natürlich erst im nächsten Kalenderjahr fortentwickelt.

Gesunde, grüne Fichten werden bei Massenvermehrung des Käfers zu allen drei Flugzeiten, beim Frühjahrs-, Sommer- und Herbstflug primär befallen.

3. Die Biologie und Ökologie des Fraßes

Wie bei vielen Ipiden, so z. B. bei *Ips typographus* L., (Seitner), *Ips cembrae* Heer (Schimitschek 1931), so treten auch bei *Ips sexdentatus* an der orientalischen Fichte außer dem Brutfraß noch andere, von diesem ganz verschiedene Fraßformen auf. Es sind dies Fraßformen, die andere Zwecke zum Ziele haben und auch anders gestaltete Fraßbilder liefern als der Brutfraß. Da die Biologie und Ökologie des *Ips sex-*

dentatus-Fraßes an *Picea orientalis* noch unbekannt ist[1]), erfolgt eine eingehende Schilderung derselben. Man kann folgende Fraßformen feststellen:

a) Brutfraß,
b) Regenerationsfraß des Altkäfers,
   α) an der Brutstätte,
   β) außerhalb der Brutstätte,
c) Geschwisterbruten,
d) Ernährungsfraß, Reifungsfraß des Jungkäfers,
   α) an der Brutstätte,
   β) außerhalb der Brutstätte,
e) Überwinterungsfraß.

a) Der Brutfraß

Das Einbohren der Käfer verursacht mehr oder weniger starken Harzaustritt um das Einbohrloch. Wie schon erwähnt, sammeln sich bei Erstangriffen auf grüne, gesunde Fichten bis hühnereigroße Harzklumpen um das Einbohrloch an. Von ihnen fließen feine, lange Harzstreifen stammabwärts. Normalerweise bildet sich bei den folgenden Einbohrstellen der Mutterkäfer um das Einbohrloch herum ein größerer oder kleinerer Harztrichter, dessen Harz mit Bohrmehl durchmischt ist.

Das Brutfraßbild stimmt im allgemeinen mit dem bekannten Brutfraßbild des *Ips sexdentatus* an Kiefer überein. Die Rammelkammer ist geräumig und besitzt in der Regel einen zapfenförmigen Fortsatz, der aber auch gänzlich fehlen kann. Mitunter, bei sehr starker Borke liegt dieser zapfenförmige Fortsatz in der Rinde und ist an der Splintoberfläche und an der Innenseite der abgelösten Rinde dann nicht sichtbar.

Abb. 15. *Ips sexdentatus*. Brutfraß an *Picea orientalis*. Merjemanawald (Oktober 1938)

Die Muttergänge (Abb. 15) bilden meist zwei- oder dreiarmige Längssterngänge. Es kommen aber auch Fraßbilder mit nur einem Muttergang, aber auch solche mit 4 und 5 Muttergängen vor. Das Brutfraßbild ist also ein zwei- bis fünfarmiger Längssterngang. Stets verläuft bei zweiarmigen Gängen ein Gang stammaufwärts, ein Muttergang stammabwärts. Bei drei-, vier- und fünfarmigen Brutfraßbildern verläuft

[1]) Die Angaben Winogradow-Nikitins sind sehr unvollständig, sie enthalten auch Irrtümer.

meist ein Gang stammaufwärts und die übrigen 2, 3 oder 4 Gänge stammabwärts. Es kommt aber auch vor, daß am stehenden Stamme bei vierarmigen Gängen 2 stammaufwärts und 2 stammabwärts verlaufen.

Im liegenden Zustand befallene Stämme waren im ganzen Gebiete nicht vorhanden. Nach Winogradow-Nikitin können am liegenden Stamm auch mehrere Muttergänge stammaufwärts führen, am stehenden Stamm jedoch soll immer nur 1 Gang stammaufwärts gerichtet sein. Ich konnte mitunter auch am stehenden Stamm feststellen, daß bei mehrarmigen Fraßbildern 2 stammaufwärts führten. Meine Beobachtungen erstrecken sich durchwegs auf Stämme, die im stehenden Zustand befallen worden sind.

Die einzelnen Muttergänge schürfen den Splint meist deutlich (stärker als es an der Kiefer der Fall ist), die Innenseite der Rinde stark. Das Brutfraßbild ist daher sowohl auf der Rindeninnenseite, wie auch an der Splintoberfläche deutlich zu erkennen. Die einzelnen Muttergänge erreichen beträchtliche Längen, oft über 40 und 50 cm. Das ganze Fraßbild kann über einen Meter lang werden.

Die Muttergänge besitzen Luftlöcher, es wurden je Brutgang bis 8 Luftlöcher gezählt.

Die Larvengänge sind in der Regel kurz, 5—12 cm lang, zweigen — wie bei der Kiefer — rechtwinklig von den Muttergängen ab. Sie sind in ihrem Ursprung verschieden weit voneinander entfernt, da die Einischen in sehr verschiedenen Abständen voneinander angelegt sind.

Die ovalen Puppenwiegen liegen zwischen Rinde und Holz.

Verderblich ist der Brutfraß durch die vollkommene Zerstörung der Kambialzone, die zum Absterben der befallenen Fichten führt.

b) Der Regenerationsfraß des Altkäfers

a) An der Brutstätte

Der Regenerationsfraß des Altkäfers an der Stätte seiner Brutanlage erfolgt durch Verlängerung des Mutterganges oder vielfach in der Form, daß der Käfer vom Ende des Mutterganges ausgehend, unregelmäßig verzweigte Gänge frißt. Dieser Fraß nimmt dentritische Formen an, er kann auch platzförmige Erweiterungen aufweisen. Er liegt in der Kambialzone und schürft die Oberfläche des Splintes sehr stark.

Mitunter dringt der Altkäfer, von diesen Gängen ausgehend, in den Splint ein, also in den Holzkörper selbst. Er frißt hier unregelmäßig verlaufende Holzgänge. Diese Splintgänge dringen 2—6 cm tief in die Splintholzzone der orientalischen Fichte ein und verlaufen auf längere Strecken im Splint. Manche Altkäfer sterben hier ab, andere bohren sich wieder heraus und schreiten zur Begründung von Geschwisterbruten. Diese Form des Regenerationsfraßes des Altkäfers ist für *Ips sexdentatus* vollkommen neu und bei seinem Auftreten an der Kiefer in Mitteleuropa meines Wissens nie beobachtet

worden. Der Fraß im Splintholze scheint an das Auftreten an der orientalischen Fichte gebunden zu sein.

Der Splintholzfraß ist nicht nur durch Übervölkerung der Brutstätten bedingt. Er erfolgt auch dann, wenn genügend unverletzte Kambialschichten vorhanden sind. Veranlassung zum Eindringen des Käfers mag zunächst die zunehmende Trockenheit der absterbenden Kambialzone sein, ferner dürfte die saftige und weiche äußere Splintzone der orientalischen Fichte einen gewissen Anreiz ausüben und schließlich hat sich bei dem *Ips sexdentatus* an der orientalischen Fichte eine besondere fraßbiologische Eigenheit entwickelt, die nicht nur dem Altkäfer allein eigentümlich ist.

β) Außerhalb der Brutstätte

Bei Übervölkerung der Brutstätte oder auch bei sehr weit fortgeschrittener Trockenheit derselben wird sie vom Altkäfer verlassen. Der Altkäfer sucht, sobald er das Geschäft der Eiablage vollendet hat, andere Stammteile oder andere, weniger dicht befallene Stämme auf. Auch in stärkere Äste bohrt er sich an nicht befallenen Stellen ein. Gerne sucht er sich die befallsfreien unteren Stammteile aus. Hier verübt er nun seinen Regenerationsfraß von unregelmäßiger, geweihartig verzweigter Gangform. Außerdem erfolgt auch hier oft das Eindringen in das Splintholz der orientalischen Fichte und die Anlage von Splintholzgängen in der vorbeschriebenen Art und Weise.

c) Geschwisterbruten

Geschwisterbruten kommen bei *Ips sexdentatus* ebenso vor, wie bei *Ips typographus* L., *Ips cembrae* Heer, *Ips amitinus* Eichh., *Ips acuminatus* Gyll., *Ips Mannsfeldi* Wachtl. (Schimitschek 1931).

Geschwisterbruten, meist anschließend an Regenerationsfraß des Altkäfers an drittem Ort, also außerhalb der Brutstätte, konnte ich im Merjemanawald im Oktober 1938 feststellen. Allerdings sind Geschwisterbruten nicht häufig anzutreffen, aber immerhin vorhanden. Die zur Ablage gelangte Zahl der Eier ist gering, die Einischen sind sehr weitständig. Die Geschwisterbruten zeigen oft unregelmäßige Muttergangformen, die aber im Bereich der Eiablage der Faserrichtung des Holzes folgen.

Ob den Geschwisterbruten bei *Ips sexdentatus* eine große wirtschaftliche Bedeutung zukommt, kann nicht mit voller Sicherheit gesagt werden, da ihre Zahl im Herbst verhältnismäßig gering war. Möglicherweise ist sie im Sommer größer. Immerhin können die Geschwisterbruten, besonders bei Massenvermehrungen ins Gewicht fallen, da sie die Bevölkerungsdichte vergrößern.

Die von den Mutterkäfern der zweiten Generation angelegten Geschwisterbruten überwintern im Larvenstadium.

d) Der Reifungsfraß und Ernährungsfraß des Jungkäfers

Ähnlich wie bei *Ips typographus* L. (Seitner) und bei *Ips cembrae* Heer (Schimitschek 1931) kann auch bei *Ips sexdentatus* der Reifungs- bzw. Ernährungsfraß des Jungkäfers in verschiedener Art und Weise erfolgen.

a) An der Entwicklungsstätte (Brutstätte)

So wie bei den meisten *Ips*-Arten und fast allen Borkenkäfern geht der Reifungsfraß des Jungkäfers zunächst von der Puppenwiege aus. Er erfolgt in der Art und Weise, daß der Jungkäfer, ausgehend von seiner Puppenwiege unregelmäßig verzweigte Gänge zwischen Rinde und Holz frißt. Diese Gänge furchen die Splintoberfläche und gehen nach allen Richtungen. Durch diese Art des Reifungsfraßes wird das ursprüngliche Brutfraßbild in der Regel ganz zerstört, höchstens bleiben noch die Muttergänge mehr oder weniger erhalten (Abb. 16).

Abb. 16. *Ips sexdentatus*. Reifungsfraß (Ernährungsfraß) des Jungkäfers an der Entwicklungsstätte. Der Brutfraß ist durch den Jungkäferfraß zerstört. *Picea orientalis*-Rinde. Merjemanawald (Oktober 1938)

Von diesen labyrinthischen Gängen ausgehend, bohren sich die Jungkäfer sehr häufig in den Splint der orientalischen Fichte ein und fressen — so wie die Altkäfer beim Regenerationsfraß — ganz unregelmäßig verlaufende Gänge im Splintholz der Fichte, die 3—6 cm tief eindringen.

Der Ernährungsfraß des Jungkäfers an der Entwicklungsstätte erfolgt also sowohl in der Bastzone wie auch im Splintholzkörper der *Picea orientalis*.

β) Außerhalb der Entwicklungsstätte

Häufig verlassen viele Jungkäfer zur Fortsetzung ihres Reifungs- bzw. Ernährungsfraßes die Stätte ihrer Entwicklung und bohren sich in andere Stammteile oder andere Stämme ein. Dies ist besonders dann der Fall, wenn die Brutstätte an der sie sich entwickelt haben, entweder zu trocken geworden ist oder eine große Übervölkerung aufweist, so daß die Jungkäfer hier entweder ungeeignete oder nicht genügende Nahrung für ihren Reifungs- und Ernährungsfraß zur Verfügung haben. Besonders werden die oberen, mehr der Besonnung ausgesetzten Stammteile bald vom Jungkäfer verlassen. Diese Jungkäfer suchen andere, geeignete Stellen für den Ernährungsfraß auf.

Die Käfer begeben sich in andere, feuchtere, saftige und wenig besiedelte Stammteile oder in andere Stämme, in halbgrüne oder auch in ganz grüne Fichten. Gerne gehen sie (so wie die Altkäfer bei ihrem Regenerationsfraß) in die unteren noch befallsfreien Stammteile. Auch in Äste mit saftiger Kambialzone bohren sie sich ein.

Die Jungkäfer dringen nun in diese Fichten ein und vollziehen zunächst ihren Reifungsfraß in der Kambialzone zwischen Rinde und Holz. Dabei wird die Splintoberfläche sehr stark geschürft. Diese Ernährungsfraßgänge haben ganz unregelmäßigen Verlauf, sie haben geweihartige, dendritische Formen, gehen kreuz und quer durcheinander (Abb. 17). Von diesem Fraß in der Kambialzone ausgehend, bohren sich die Jungkäfer in den Splint ein und fressen im Splintholze selbst unregelmäßig verlaufende

Abb. 17. Ernährungsfraß und zwar Überwinterungsfraß des *Ips sexdentatus*-Jungkäfers an drittem Ort. *Picea orientalis* (bei Hamsiköy, 27. Oktober 1938)

Gänge weiter, die 4—6 cm tief unter der Oberfläche des Splintholzes liegen (Abb. 18).

Abb. 18. Fraß des *Ips sexdentatus*-Jungkäfers im Splintholz der orientalischen Fichte. Merjemanawald (Oktober 1938)

Das Eindringen der Jungkäfer in den Holzkörper, um hier den Ernährungsfraß fortzusetzen, ist nicht nur auf *Ips sexdentatus* beschränkt. Eine ähnliche Erscheinung ist wohl der Triebfraß des *Ips cembrae*-Jungkäfers, wobei seinerzeit festgestellt werden konnte, daß er zwei- und auch mehrjährige Triebe häufig auf eine Strecke von 2—2,5 cm aushöhlt, also das Holz selbst frißt (Schimitschek 1931, S. 286). Wir haben es also hier mit einer ähnlichen Erscheinung zu tun, wobei *Ips sexdentatus* allerdings keinen Triebfraß ausübt, sondern tief in den Splint des Stammes hineingeht.

Der Ernährungsfraß des *Ips sexdentatus*-Jungkäfers außerhalb der Entwicklungsstätte erfolgt in der Bastzone und im Splintholz des Stammes der orientalischen Fichte.

Dem Ernährungsfraß im Splint kommt wirtschaftliche Bedeutung zu. Er erfordert besondere Beachtung. Mit Rücksicht auf die klaglose Bekämpfung des Käfers muß größtes Gewicht darauf gelegt werden, daß die Entrindung rechtzeitig erfolgt, bevor die Verpuppung eingesetzt hat. Ist einmal der Jungkäfer in den Splint eingedrungen, so müssen diese Teile verbrannt oder zumindest angekohlt werden.

e) Der Überwinterungsfraß

Die Überwinterung des *Ips sexdentatus* erfolgt fast durchweg im Jungkäferstadium.

Ein Teil der Jungkäfer überwintert in den Entwicklungsstätten und verübt hier seinen Reifungs- und Ernährungsfraß. Hauptsächlich ist dies dort der Fall, wo es sich um dickborkige Fichtenstammteile handelt und um kühlere Lagen. Ebenso verhalten sich jene Jungkäfer, die im Spätherbst noch nicht ausgefärbt sind, also solche, die vom Schluß der Sommereiablage abstammen.

Der Großteil der Jungkäfer verläßt im Herbst die Stätte der Entwicklung und überwintert an anderem Orte. Die Jungkäfer bohren sich zur Überwinterung mit besonderer Vorliebe in die unteren noch befallsfreien Stammteile der *Picae orientalis* ein. Bevorzugt werden als Überwinterungsstätten die ersten 2—4 m des Stammes über dem Boden, also

der Wurzelanlauf und der Bereich des Erdbloches. Stämme, deren oberer Kronenteil abgestorben ist, deren untere Äste aber noch grün sind und deren unterer Stammteil befallsfrei ist, werden bevorzugt. Dickborkige Stammteile werden als Überwinterungsstätten den dünnborkigen meist vorgezogen. Auch gesunde Stämme verschiedenen Alters werden angegangen. Sie werden knapp ober der Stammitte befallen. Dadurch werden sie schon für den Frühjahrsbefall vorbereitet. Auch Stöcke werden zur Überwinterung aufgesucht.

Zum Überwinterungsfraß an drittem Ort bohren sich die Jungkäfer, die ihre Entwicklungsstätte verlassen, Ende September, im Laufe des Oktober und Anfang November ein.

Der Überwinterungsfraß des *Ips sexdentatus* ähnelt hinsichtlich seines Fraßbildes in der Kambialzone sehr dem Schlechtwetterfraß des *Ips typographus* L. (Seitner), und dem des *Ips cembrae* Heer (Schimitschek 1931). Biologisch gesehen entspricht ja der Überwinterungsfraß des Jungkäfers einem Schlechtwetterfraß.

Die Jungkäfer des *Ips sexdentatus* verüben ihren Überwinterungsfraß zunächst zwischen Rinde und Holz in der Kambialzone der *Picea orientalis*. Es entsteht ein wirres Durcheinander von Gängen, ein labyrintisches Gewirre von nach allen Richtungen sich hinziehenden Fraßgängen, die stark die Splintoberfläche schürfen (Abb. 17). Oft kommt es vor, daß viele Käfer ein und dasselbe Einbohrloch benützen. Es entstehen dann eigroße bis handtellergroße flächige Fraßstellen. Bei diesem fächerförmigen Flächenfraß in der Kambialzone sitzen und fressen die Käfer oft knapp nebeneinander, später erst fressen sie nach allen Richtungen führende Gänge.

Ausgehend vom Fraß in der Kambialzone dringen viele Käfer in das Splintholz der orientalischen Fichte ein, und zwar 4—6 cm tief (Abb. 18). Die Gänge führen zunächst senkrecht oder diagonal zur Holzfaser verlaufend in das Splintholz, dann folgen sie oft auf längere Strecken (von etwa 5—7 cm) der Faserrichtung, um dann diagonal oder wellig weiterzugehen und schließlich wieder herauszuführen.

Diese Formen des Überwinterungsfraßes des *Ips sexdentatus*-Jungkäfers waren in allen Befallsgebieten an der orientalischen Fichte in gleicher Art und Weise festzustellen. Sie ähnelt, wie schon erwähnt, hinsichtlich des dendritischen und labyrintischen Überwinterungsfraßes in der Kambialzone dem Schlechtwetterfraß des *Ips typographus*, des *Ips cembrae* Heer und des *Ips amitinus* Eichh., ist also nicht nur auf die Vertreter der *Typographus*-Gruppe beschränkt. Es ist jedenfalls bemerkenswert, daß bei dieser Fraßform bei den nahe verwandten *Ips*-Arten große, gemeinsame Linien bestehen.

Der Umstand, daß der Überwinterungsfraß des *Ips sexdentatus* auch im Splint der orientalischen Fichte vor sich geht, muß bei der Winterbekämpfung unbedingt

größte Beachtung finden. Es ist unerläßlich, die Stammteile der Fichten, bei denen der Käfer in das Splintholz eingedrungen ist, zu verbrennen oder anzukohlen. Auch die Stöcke und die Wurzelanläufe müssen bei der Winterbekämpfung angekohlt werden.

Der Überwinterungsfraß des *Ips sexdentatus* im *Picea orientalis*-Gebiete der Türkei ist sehr umfangreich und langanhaltend, viel umfangreicher und längere Zeit während, als dies z. B. in Mitteleuropa möglich wäre. Es hat dies seinen Grund in den besonderen klimatischen Verhältnissen des Befallsgebietes. Der Spätherbst ist hier noch sehr warm, die Insolation entsprechend der südlichen Lage bedeutend. So betrug z. B. die Kambialtemperatur einer liegenden eben gefällten, grünen Fichte (Rindenstärke 0,5 cm, Hang gegen SO exponiert, wolkenloser Tag, Stammoberseite) im Merjemanatal in 1020 m Höhe am 19. Oktober um 14 Uhr 39,6° C. Dies sind natürlich Wärmeverhältnisse, die eine rege Lebenstätigkeit, eine rege Fraßtätigkeit der Käfer auch im Spätherbst bedingen.

Dem Regenerationsfraß des Altkäfers, dem Ernährungs- und Reifungsfraß des Jungkäfers und dem Überwinterungsfraß des *Ips sexdentatus*-Jungkäfers sind der dendritische Fraß in der Kambialzone und auch der Fraß im Splintholzkörper der orientalischen Fichte gemeinsam.

Die genaue Beschreibung der diesbezüglichen Fraßformen an der Kiefer in Mitteleuropa fehlt. An der Weißkiefer in Nordostanatolien (Çangalurwald, Zindanurwald bei Ayancik) habe ich den Splintholzfraß des Käfers nicht gesehen. Es scheint dies eine Eigentümlichkeit des *Ips sexdentatus* beim Auftreten an der orientalischen Fichte zu sein, die natürlich auch eine größere Entwertung des Holzes bedingt.

4. Flugzeiten, Generationsverhältnisse, Überwinterung

Die Generation des *Ips sexdentatus* ist in Mitteleuropa gewöhnlich eine doppelte (Escherich II, S. 536). In Mitteleuropa fällt die erste Flugzeit in die Monate April und Mai, die zweite Flugzeit in die Monate Juni bis August.

Im Kaukasus hat Winogradow-Nikitin doppelte Generation festgestellt.

In Nordanatolien, und zwar in den Kiefern-Tannengebieten (*Pinus silvestris* und *Abies Bornmülleriana*) des Çangal- und Zindanurwaldes südlich von Ayancik stellte ich 1937 die erste Flugzeit für die Monate April und Mai fest. Am 5. Mai waren im Çangalurwald (1200 m Höhe) die Weibchen in Weißkiefer bei der Eiablage. Der erste Anflug dürfte zwischen dem 15. und 20. April stattgefunden haben. Dabei ist zu berücksichtigen, daß das Frühjahr 1937 in diesen Gebieten kühl war.

Am Ilgaz dağı, in 2000 m Höhe, lagen am 12. Mai 1937 Eier und Junglarven von *Ips sexdentatus* vor, gleichzeitig war frisch erfolgter Anflug festzustellen (vgl. Schimitschek 1937).

In den Kieferngebieten Nordanatoliens fällt demnach die erste Flugzeit des *Ips sexdentatus* in die Monate April und Mai.

Im ostpontischen *Picea orientalis*-Gebiet erfolgte im Jahre 1939 der erste Anflug Ende April. Am 16. Mai war die Eiablag im Gange; gleichzeitig war frischer Anflug festzustellen. Das kühle Aprilwetter 1939 hatte den Beginn des ersten Käferschwarmes verzögert. Der Frühjahrsschwarm fällt im ostpontischen *Picea orientalis*-Gebiet in die Monate April und Mai bei günstigem Frühjahrswetter früher, bei naßkaltem später beginnend.

Die zweite Flugzeit fällt in die Monate Juli und Anfang August. Diese habe ich nicht selbst festgestellt. Doch teilte mir der Vermessungsbeamte Mehmet (aus Maçka), ein sehr verläßlicher guter Beobachter, mit, daß er in diesen Monaten stets sehr starken Käferflug beobachtet hat.

Die erste und die zweite Flugzeit, also der Frühjahrsschwarm im April und Mai, der Sommerschwarm im Juli und August, dienen der Aufsuchung geeigneter Brutstätten.

Außerdem kann noch ein dritter Flug, ein Herbstschwarm, festgestellt werden. Der Herbstschwarm findet der Hauptsache nach im Oktober statt. Er umfaßt nicht alle Käfer der zweiten Geschlechterfolge, denn ein Teil derselben überwintert an der Entwicklungsstätte. Dieser Herbstschwarm verfolgt nur zum allergeringsten Teil den gleichen Zweck wie der Frühjahrs- und der Sommerschwarm. Nur eine sehr geringe Zahl von Käfern ist im Herbst geschlechtsreif und schreitet zum Brutgeschäft, also zur Begründung des Ansatzes einer dritten Generation. Am 20. Oktober waren vereinzelt Eier und Junglarven vorhanden. Die dritte Generation überwintert der Hauptsache nach im Larvenstadium. Der weitaus größte Teil der Käfer des Herbstschwarmes schreitet im Herbst aber nicht zur Fortpflanzung, sondern bohrt sich in Massen in die unteren Stammpartien ein, um hier dem Überwinterungsfraß nachzugehen und den Winter bis zum Frühjahr zu überdauern.

Im Oktober liegen fast durchwegs Jungkäfer des *Ips sexdentatus* vor. Unterschiede in der Entwicklungsgeschwindigkeit sind natürlich je nach der Gunst der Lage vorhanden. So z. B. findet man (23. Oktober 1938, Merjemanawald, 1100 m Höhe, gegen SSW exponierter Steilhang, geschlossener Bestand) oft in den untersten 2 m des Stammes an der gegen N exponierten Stammseite unter dicker Borke noch vollwüchsige Larven und Puppen vor, außerdem ganz unausgefärbte Jungkäfer. Dagegen an der gegen S exponierten Stammseite nur Jungkäfer. Es macht sich natürlich der Einfluß des Kleinklimas geltend und bewirkt Unterschiede in der

Entwicklungsgeschwindigkeit. Der Hauptsache nach aber sind im Oktober etwa zu 99% Jungkäfer vorhanden.

Der Herbstschwarm dürfte wohl (Jahre mit vorwiegend naßkalter Witterung ausgenommen) jährlich auftreten, besonders bei Massenvermehrung. In diesem Zusammenhange sei darauf hingewiesen, daß der Oktober in den fraglichen Gebieten meist schönes Wetter hat. Ferner, daß die im Oktober noch recht hohen Kambialtemperaturen (siehe vorne) zu dieser Jahreszeit ein aktives Käferleben ermöglichen, das sich bis in den November hineinziehen kann. Die Käfer waren im Oktober durchaus aktiv und oblagen dem Ernährungsfraß.

Das Einsetzen und die Beendigung der einzelnen Schwärme ist natürlich ganz und gar abhängig von der Gunst und Ungunst der laufenden Witterungsverhältnisse. Zeitig einsetzende warme Frühjahrswitterung wird die überwinternden Käfer bald aus ihren Winteraufenthaltsorten herauslocken. Ein naßkaltes Frühjahr wird den Flug verzögern. Ebenso kann während der Flugzeit einsetzende naßkalte Witterung das Schwärmen bis zum Beginn schönen, sonnigen Wetters unterbrechen und die Beendigung der Flugzeit hinausschieben. Das gleiche gilt natürlich für den Sommerschwarm. All diese Umstände müssen natürlich bei der Durchführung der Bekämpfungsmaßnahmen entsprechend Berücksichtigung finden.

Zusammenfassend ist festzustellen:

1. Die Generation des *Ips sexdentatus* ist im ostpontischen *Picea* orientalis-Gebiet der Hauptsache nach doppelt. Der Ansatz einer dritten Generation kann bei günstiger Witterung in beschränktem Maße vorkommen. Bei ungünstiger, naßkalter Witterung dürfte die Generation einfach sein.

2. Die erste Flugzeit fällt in die Monate April und Mai, die zweite Flugzeit in die Monate Juli und August, der dritte Flug der Hauptsache nach in den Monat Oktober.

3. Die erste und die zweite Flugzeit, Frühjahrs- und Sommerschwarm dienen durchweg der Fortpflanzung, dem Aufsuchen geeigneter Brutstätten. Der dritte Flug, der Herbstflug, dient hauptsächlich dem Aufsuchen geeigneter Überwinterungsstätten, nur zum geringsten Teile der Fortpflanzung und Brutanlage.

4. Die Überwinterung erfolgt der Hauptsache nach im Jungkäferstadium. Überwinterungsstätten sind die Kambialzone und der äußere Splintholzmantel der orientalischen Fichte.

5. Das forstliche Verhalten des *Ips sexdentatus* im ostpontischen *Picea orientalis*-Gebiete

Wie schon erwähnt, ist *Ips sexdentatus* im Gebiete der orientalischen Fichte ein ausgesprochener Großschädling dieser Holzart. Er bevorzugt die orientalische Fichte vor allen anderen Holzarten als Brutbaum. Es steht außer Zweifel, daß dem *Ips sexdentatus* im natürlichen Verbreitungs-

gebiete der *Picea orientalis* dieselbe Bedeutung zukommt, wie dem *Ips typographus* L., im natürlichen Verbreitungsgebiete der *Picea excelsa*. Es muß daher dem Auftreten des *Ips sexdentatus* im Waldgebiete der orientalischen Fichte die allergrößte Beachtung zugewendet werden. Er ist der schädlichste Borkenkäfer der orientalischen Fichte. Allem Anscheine nach ist sein eiserner Bestand stets hoch, dies erfordert auch in ruhigen Zeiten eine stete Aufmerksamkeit diesem Schädling gegenüber.

Ips sexdentatus entwickelt sich in ruhigen Zeiten sekundär auftretend in Fichten, die aus irgendwelchen Ursachen kränkeln, z. B. in solchen, die Beschädigungen aufweisen und daher nicht mehr im Vollbesitze ihrer natürlichen Widerstandskraft sind. Durch bestimmte Geruchskomponenten, die bei der Zersetzung der kränkelnden Kambialzone auftreten, erfolgt die Anlockung des Käfers (vgl. Schimitschek 1929). Wenn sich der Käfer in diesen Bäumen ungestört entwickeln kann, so nimmt natürlich mit der Zeit seine Bevölkerungsdichte immer mehr und mehr zu. Die nun fortschreitend größer und größer gewordene Nachkommenschaft der Käfer findet nicht mehr genug kränkelndes oder geschwächtes Brutmaterial und wird primär schädlich. So kommt es zur Massenvermehrung des *Ips sexdentatus*, dem dann, wenn der Mensch nicht rechtzeitig eingreift, ausgedehnte Fichtenwälder zum Opfer fallen.

Die Disposition für den sekundären Käferbefall wird geschaffen durch folgende Umstände:

1. Im Urwalde werden überalte orientalische Fichten, die sich ihrer natürlichen Lebensgrenze nähern, vom Käfer befallen. Dies ist besonders auf solchen Standorten innerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der orientalischen Fichte der Fall, die den physiologischen Ansprüchen dieser Holzart nicht optimal genügen. Das sind Steinriegel, felsiges Gelände, Schutthalden.

2. Verletzungen, die Harzfluß bedingen. Der Käfer befällt mit Vorliebe Fichten, die Verletzungen und Harzfluß aufweisen (Abb. 19). Bei Verletzungen setzt bei der orientalischen Fichte fast immer starker Harzfluß ein. (Übrigens hat die *Picea orientalis* bei nicht stark verborkter Rinde immer größere Rindenharzgallen, ähnlich wie die *Abies*-Arten.) Der Harzfluß wird z. B. verursacht durch Schneedruck und Schneebruch von Ästen. Bei starker Schneeauflage werden Äste ausgebrochen, dies hat an den Wundstellen starken Harzfluß zur Folge.

3. Verletzungen der Fichte durch Menschenhand. Zur Dachschindelerzeugung werden Fichten „angekostet“ [1]), solche Fichten bilden für den

[1]) Die Dächer der Bauernhäuser sind mit Fichtenspaltschindeln ohne Nut und Feder gedeckt. Um Bäume mit gut spaltbarem Holz zu finden, werden — ähnlich wie in den Karpathen oder in Bosnien — die Fichten „angekostet“, d. h. ein Stück herausgehackt, bis eine gut spaltbare Fichte gefunden ist.

Käfer willkommene Brutstätten. Ebenso werden auch geschneitelte Fichten gerne vom Käfer befallen.

4. Weideschäden und ungeregelte Holzentnahme.

Abb. 19. Astbruchstelle. Die Verletzung hat starken Harzfluß zur Folge und zieht den Befall durch *Ips sexdentatus* nach sich. In der Mitte des unteren Bilddrittels frischer Bohrmehlaustritt. Merjemanawald (25. Oktober 1938)

All dies sind Umstände, die genügend Brutmaterial in den noch nicht in Betrieb genommenen Waldgebieten zur Entwicklung des *Ips sexdentatus* bieten. Es ist also auch in diesen Gebieten, die noch nicht in Bewirtschaftung genommen sind, eine stets wache Borkenkäferkontrolle unerläßlich. Ist dies nicht der Fall, so kann es leicht zu Borkenkäfermassenvermehrung kommen.

Die Ursachen der Massenvermehrung des *Ips sexdentatus* im *Picea orientalis*-Gebiete der Türkei sind der Hauptsache nach folgende:

1. Unsaubere Wirtschaft. Vorbeugende Maßnahmen oder Bekämpfungsmaßnahmen sind überhaupt nicht vorgenommen worden. Wie die unzähligen alten, abgestorbenen Käferbäume zeigen, wurde der Käfer hier überhaupt nicht bekämpft.

2. In früherer Zeit hat die ungeregelte Holzentnahme durch die Bevölkerung zweifellos der Käfervermehrung Vorschub geleistet.

3. Bei Vergebung der Holznutzung an Unternehmer erfolgt die Vergebung am Stock. Es werden nur die Stammteile bis 20 cm (höchstens 13 cm) Zopfstärke genutzt. Die Zopfstücke bleiben im unentrindeten Zustande im Walde liegen, ebenso die Äste. Dadurch werden geradezu systematisch Käferbrutstätten geschaffen. Es besteht — bei dem großen Mangel an Forstpersonal in der Türkei — auch gar nicht die Gewähr für

die Durchführung der nötigen Kontrolle, z. B., ob die Entrindung des geschlägerten Materials rechtzeitig und gründlich erfolgt. In der Regel unterbleibt, wie ich mich überzeugen konnte, die Entrindung überhaupt.

Die Vermutung, daß an solchen Schlägerungsorten der Käfer in den Folgejahren nach der Nutzung stark auftritt und Käferherde entstehen, wurde von den lokalen Forstbeamten vollauf bestätigt.

Von solchen Örtlichkeiten nimmt die Vermehrung des *Ips sexdentatus* ihren Ausgang, zunächst horstweise, dann immer größere und größere Flächen umfassend.

Außerordentlich nachteilig ist, daß bei der üblichen Art der Vergebung an Unternehmer in der Regel nur das beste und gesündeste Material zur Nutzung gelangt. Dürrlinge, kränkelnde Fichten, unterdrücktes Material, beschädigte Fichten, solche, von denen auch keine Zukunftsentwicklung erwartet werden kann, verbleiben im Walde. Natürlicherweise wird damit die Borkenkäfergefahr ungemein gesteigert und der Vermehrung des *Ips sexdentatus* geradezu Vorschub geleistet.

4. Örtlichkeiten mit von Natur aus geringerem Umweltwiderstand bilden neben den gekennzeichneten Schlägerungsorten die ersten größeren Käferherde und zeigen immer besonders starke Käferschäden.

An allen zum Merjemanatal einfallenden Hängen befinden sich die meisten Käferherde und Käferlöcher auf Felsriegeln, steinigen und felsigen Köpfen, alten Felsstürzen, Steinriegeln, Schutthalden usw. (Abb. 20, vgl. auch Abb. 27). Diese vom Käfer bevorzugten Standorte besitzen auf Grund der ungünstigeren Bodenverhältnisse naturgemäß einen herabgeminderten Umwelt-

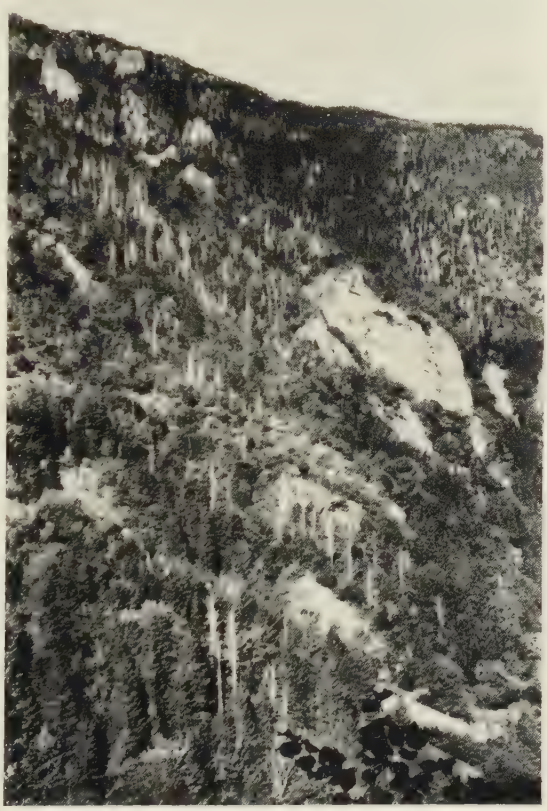


Abb. 20. Felsige Hänge bilden Orte geringeren Umweltwiderstandes. Hier werden die Fichten stark vom Käfer befallen. Die hellen Fichtenkronen zeigen den *Ips sexdentatus*-Befall an. Merjemanawald (Oktober 1938)

widerstand. Dieser ist eben dadurch gegeben, daß die *Picea orientalis* hier ungünstigere Daseinsbedingungen hat und von Haus aus anfälliger ist. Es sind immer die warmen, trockenen, heißen, seichtgründigen Lagen auf Stein- und Felsböden, auf denen die Altfichten dem Käfer zuerst zum Opfer fallen.

5. Günstige klimatische Verhältnisse.

6. Eine schwerwiegende Ursache dafür, daß es zu der großen Ausdehnung der *Ips sexdentatus*-Schäden in den *Picea orientalis*-Wäldern im Laufe der Zeit von 1928—1938 kommen konnte, liegt erstens in dem Umstande, daß die betreffenden Waldgebiete überhaupt noch nicht in geregelte staatliche Bewirtschaftung genommen worden sind, und zweitens in dem großen Mangel an Forstbeamten und der unzureichenden Zahl geeigneten Forstschutzpersonals. Daraus ergeben sich ungeheuer große Schutzbezirke, die vom Einzelnen nur sehr schwer zu übersehen sind.

Die Beistellung der nötigen Geldmittel, die Intensivierung des Forstschutzdienstes und die Verkleinerung der Schutzbezirke durch Heranziehung geeigneten Forstschutzpersonals sind unerläßlich.

Damit sind die wichtigsten Ursachen des Zustandekommens der großen *Ips sexdentatus*-Massenvermehrung im *Picea orientalis*-Gebiete der Türkei aufgezeigt.

Derzeit (1938) standen die Wälder der orientalischen Fichte im Zeichen einer ausgedehnten Kalamität durch *Ips sexdentatus*. Sie wurde vorzüglich dadurch verursacht, daß sich der Käfer durch 10 Jahre ungehemmt vermehren konnte.

Befallen sind sowohl Mischbestände als auch Reinbestände. Obzwar der Käfer im allgemeinen Altfichten vorzieht, sind doch alle Altersklassen befallen.

In den Mischbeständen des Merjemanawaldes und des Waldes bei Hamsiköy ist der durch 10 Jahre währende Befall über das ganze Gebiet verstreut. Es sind einzelne Fichten, kleine Gruppen und auch große Horste, aber auch zusammenhängende Fichtenreinbestände von einigen Hektar Ausmaß vom Käfer befallen und vom Käfer zum Absterben gebracht worden (Abb. 21). Häufig sind fast alle Altfichten im Mischwald befallen, besonders auf ungünstigeren Standorten. Den stärksten Befall und die größten Käferschäden haben die im Mischwaldgebiet eingesprengten Fichtenreinbestände aufzuweisen (Abb. 21). Es sind hier zusammenhängende Flächen von 5—15 ha Größe dem Käfer zum Opfer gefallen und große Käferlöcher entstanden.

In den Mischbeständen sorgen die vorhandene Laubholzbestockung und die Fichtenjugend meist dafür, daß es nicht zu ausgedehnteren Kahlflächen als Folge der Fraßschäden kommt.

Wie schon erwähnt, handelt es sich im Merjemanawald in den unteren und mittleren Lagen vorwiegend um Mischbestände, zu denen in den

mittleren Lagen kleinere Fichtenreinbestände sich zugesellen. Erst von 1500 m aufwärts (mitunter aber auch erst von 1600 m an) herrschen im allgemeinen die Fichtenreinbestände vor. Beide Bestandesformen sind ungleichaltrig.

Abb. 21. Durch *Ips sexdentatus* totgefressener *Picea orientalis*-Bestand. Die verfärbten Kronen heben sich deutlich von den Kronen der gesunden Fichten der Umgebung ab. Höhe 1400 m. Merjemanawald, gegenüber dem Merjemanakloster (18. Oktober 1938)

Es ist auffallend, daß es in den beiden Mischwaldgebieten des Merjemanawaldes und des Waldes bei Hamsiköy trotz der mindestens zehnjährigen ungestörten Vermehrung des *Ips sexdentatus* doch nicht zu einer vollständigen Vernichtung der Fichte gekommen ist, trotzdem der Mensch nie hemmend eingegriffen hat. Im Merjemanawald umfaßt die Fläche der 1928—1937 befallenen Bestände schätzungsweise etwa 700 ha (= etwa 250 ha reduzierte Fläche)[1]). Die Fläche der 1938 befallenen Bestände beträgt etwa 70 ha (= 32 ha reduzierte Fläche).

Im Merjemana-Mischwaldgebiet gewinnt man den Eindruck, daß im ungleichalterigen Mischwalde mit wechselnd hohem Fichtenanteil die Steigerung der Käferschäden langsam, ich möchte sagen schrittweise vor

[1]) Der Altbefall ist deutlich sichtbar, denn neben den durch den Befall früherer Jahre abgestorbenen, grauen, nadellosen Fichten stehen die durch den Befall 1938 abgestorbenen mit ihren roten Nadeln (vgl. die Abb. 26).

[2]) Bei der Winterbekämpfung 1938/39 wurden 5940 Stämme von über 35 cm Mittendurchmesser und 7000 Stämme von unter 17 cm Mittendurchmesser, die vom Käfer besetzt werden, gefällt.

sich geht. Die Zunahme der Flächen, die in diesem Mischwaldgebiet in den aufeinanderfolgenden Jahren vom Käfer ergriffen wurden, dürfte eine allmählich gesteigerte, keine rapide gewesen sein. Anders ist dies im großflächigen Fichtenreinbestand. Man hat also im Mischwald den Käfer bei einiger Aufmerksamkeit sehr leicht in der Hand.

Die Tatsache, daß eine *Ips sexdentatus*-Kalamität im Mischwald nicht jene erschreckende Ausmaße annimmt wie im großflächigen *Picea orientalis*-Reinbestand mag in folgenden Umständen begründet sein:

1. Ausgedehnte gleichalterige Fichtenreinbestände sind in den genannten Mischwaldgebieten nur in den Hochlagen vorhanden. Es handelt sich vorwiegend um ungleichalte, ungleichartige, natürliche Mischwälder.

2. Alle Bestände sind ungleichalterig. Obzwar alle Altersklassen der orientalischen Fichte vom *Ips sexdentatus* befallen werden, so werden doch im allgemeinen ältere Fichten vorgezogen.

3. Die natürliche Widerstandskraft des ungleichartigen und ungleichalterigen Mischwaldes muß mit die Ursache dafür sein, daß es hier nicht zu einer vernichtenden Kalamität kam. Auch die kleinklimatischen Sonderverhältnisse des Mischwaldes dürften sich in dieser Richtung auswirken.

4. Es darf angenommen werden, daß die inneren Faktoren der Käfer bei einer Massenvermehrung im Mischwalde nicht jene große, die Fortpflanzungsenergie steigernde Anregung erfahren, wie es im reinen Fichtenwalde der Fall sein dürfte.

Den Parasiten des *Ips sexdentatus* eine führende Rolle als hemmenden Umweltfaktor zuzugestehen, geht nicht an, da die Parasitierung sowohl im Merjemanawald wie auch in dem von Hamsiköy keine besonders große war.

Es sei noch hinzugefügt, daß auch im Santawaldgebiet die Mischwälder viel geringere Käferschäden aufzuweisen hatten als die Fichtenreinbestände.

Zeigen schon die im Mischwald eingesprengten kleineren Fichtenreinbestände größere Käferschäden als der Mischbestand, so werden sie im großflächigen reinen Fichtenwald verheerend. So besonders in umfangreichen Fichtenreinbeständen. Der Santawald hat in den tieferen Lagen Mischwald, in den mittleren und höheren umfangreiche Fichtenreinbestände. In diesen Gebieten begann der Käferfraß vor mehr als 10 Jahren. Denn 1928 hat Bernhard in diesem Gebiet festgestellt, daß rund 600 ha vom Käfer befallen waren. Im Jahre 1938 waren es nach Angaben des Forstpersonals schätzungsweise 2000 ha (Alt- und Neubefall zusammen). Hier sind die großflächigen Fichtenreinbestände dem Käfer völlig zum Opfer gefallen, während in den Mischwäldern bei der gleichen Dauer der Kalamität der Fichtenanteil nur teilweise vom Käfer befallen worden ist. Auch hier ist der Mensch ebensowenig dem Käfer entgegengetreten wie in den anderen Waldgebieten. In beiden Fällen handelt es sich um ungleichalterige Urwälder.

Im Gebiet des Santawaldes ist die Kalamität von dem Augenblicke an, wo die großen, zusammenhängenden, reinen Fichtenwälder vernichtet waren, zurückgegangen. Der Muhtar von Santa schilderte, daß in den anschließenden Mischwäldern die Ausdehnung des Borkenkäferbefalles seither abgenommen habe. Zweifellos ist der Rückgang auf das Vorherrschen des Mischwaldes nach der Vernichtung der Reinbestände zurückzuführen. Die Massenvermehrung des Käfers hatte in den für ihn optimalen reinen Fichtenwald die Kulmination erreicht und den Wald vernichtet. In den noch vorhandenen Mischwäldern fehlen die optimalen Bedingungen, daher ging die Massenvermehrung zurück.

Es ergibt sich daraus die Feststellung: In den Urwäldern des *Picea orientalis*-Gebietes der Türkei sind, unter sonst gleichen Verhältnissen, große zusammenhängende Fichtenreinbestände viel mehr vom *Ips sexdentatus* gefährdet, als Mischwälder. Die Zunahme der Bevölkerungsdichte des Käfers muß in den Reinbeständen eine rapide, im Mischwalde eine mehr allmähliche sein. Ebenso verhalten sich die Größen der befallenen Flächen und der vernichteten Holzmassen. Unter sonst gleichen Verhältnissen, gleicher Dauer der Kalamität usw. ist daher auch das Ausmaß der durch *Ips sexdentatus* verursachten Schäden im reinen Fichtenwalde viel größer als im Mischwalde.

Abb. 22. Kronenreaktion. Die beiden links stehenden Fichten wurden im Sommer 1938 vom *Ips sexdentatus* befallen. Am 27. Oktober 1938 waren alle Nadeln rot gefärbt. Die rechts stehende Fichte ist gesund, nicht befallen. Wald bei Hamsiköy: 1350 m (27. Oktober 1938)

Diese Tatsache ist eine neuerliche Stütze der auch für das jeweilige Optimum einer Holzart vertretenen Mischwaldtheorie.

Folgen des Befalles. *Ips sexdentatus* ist als Schädling der *Picea orientalis* ein ausgesprochener Bestandesverderber.

Bei der Massenvermehrung des Käfers kommt es, wie im gegebenen Falle zu ausgedehnten Käferschäden. Der Primärbefall stehender, grüner, gesunder Fichten führt zum Absterben der vom Käfer heimgesuchten Bäume. Der Brutfraß, aber auch der Reifungsfraß des Jungkäfers und der Überwinterungsfraß an drittem Ort führen zur vollkommenen Zerstörung der Kambialzone und zum Tod der befallenen Fichten.

Die Kronenreaktion (Abb. 21—24), d. h. die Nadelverfärbung als Folge des Befalles stellt sich folgendermaßen dar: Die Verfärbung der Nadeln jener Fichten, die beim Frühjahrsfluge in den Monaten April und Mai befallen worden sind, stellt sich in den Monaten Juli (mitunter auch schon Juni) und August ein. Die Nadelverfärbung findet bei den Fichten, die auf gegen Süden exponierten Hängen stocken, früher, oft schon Ende Juni und Anfang Juli statt. Die Nadelverfärbung tritt im Freistand früher ein als im Bestand. Die roten Nadeln sind im Oktober zu großem Teile noch an den Ästen und fallen erst im Winter restlos ab (Abb. 24).

Nach den Beobachtungen im Jahre 1938 tritt die Nadelverfärbung und der Tod der im Frühjahr von *Ips sexdentatus* befallenen orientalischen Fichten im Sommer (Juni, Juli, August)

Abb. 23. Kronenreaktion. Die Fichten wurden im Frühjahr 1938 vom *Ips sexdentatus* befallen. Ihre Kronen hatten am 20. Oktober 1938 rote, schüttere Benadelung. (Neben den befallenen, an den hellen Kronen kenntlichen Fichten, gesunde, grüne Fichten.) Merjemanawald. Höhenlage: 1000 m (20. Oktober 1938.)

ein. Die Nadelverfärbung als Folge des Sommerbefalles tritt allmählich im Spätherbst, manchmal wohl auch erst im Winter ein.

Stets kann man beobachten, daß das Absterben der befallenen *Picea orientalis* auf sehr guten und guten Standorten langsamer als auf den schlechten Standorten erfolgt. Hand in Hand damit tritt auch die Kronenreaktion auf.

In sehr schattigen Lagen tritt die Nadelverfärbung im allgemeinen später ein als in sehr sonnigen Lagen. Im geschlossenen Bestand langsamer als im Freistand.

Abb. 24. Kronenreaktion. Orientalische Fichten im Frühjahr 1938 vom *Ips sexdentatus* befallen. Am 18. Oktober mit roter und schütterer Benadelung. Höhe 1100 m. Merjemanawald (Oktober 1938)

Wirtschaftliche Folgen des Massenauftretens. Bei Massenvermehrung tritt der Käfer, wie im vorliegenden Falle, primär auf. Es fallen ihm umfangreiche frohwüchsige, gesunde Fichtenbestände zum Opfer. So wurden im Laufe der Kalamität durch den Käfer schätzungsweise vernichtet:

im Santawaldgebiet	etwa	2000 ha Fichtenwald
im Merjemanagebiet	etwa	300 ha Fichtenwald
im Hamsiköygebiet	etwa	50 ha Fichtenwald[1])
Somit ingesamt schätzungsweise	etwa	2350 ha Fichten

Dem entspricht eine Masse von 822 500—940 000 fm. Dabei ist die Schätzung der abgestorbenen Bestände eher zu niedrig als zu hoch gegriffen.

In dem großen Wuchsgebiete der *Picea orientalis* im Ostpontus, das noch nicht aufgeschlossen ist, das noch nicht einer geregelten Bewirt-

[1]) Auf volle Fichtenbestockung reduzierte Fläche.

schaftung zugeführt wurde, bleiben die abgestorbenen Fichten im Walde stehen, ohne genutzt zu werden. Dies bedeutet einen großen Verlust an Volksvermögen, insbesondere in der Türkei, deren Holzbedarfdeckung noch nicht aus den Wäldern des eigenen Landes geregelt ist. Es fallen also durch den Käferfraß große Holzmassen an, die wie im vorliegenden Falle der Wirtschaft einfach verloren gehen.

Auch bei geregelter Wirtschaft zieht natürlich die Massenvermehrung des *Ips sexdentatus* schwere Schäden nach sich. Die anfallenden großen Holzmassen führen meist zu Preisdruck durch die Holzhändler und zur Störung des Wirtschaftsbetriebes.

Der Holzmassenvorrat, besonders die Altholzvorräte werden durch den Käferfraß vermindert. Dies bedingt im Augenblick der Inbetriebnahme der *Picea orientalis*-Wälder durch den Staat, daß der auf Nachhaltigkeit abgestellte jährliche Hiebssatz geringer bemessen werden muß, als wenn die Käferschäden im gegebenen Umfange nicht stattgefunden hätten. Auch die zukünftige Wirtschaft erfährt durch die Käferschäden eine Zeit hindurch eine Störung.

Pilzbefall und Holzverfärbung als Folge des Befalles durch *Ips sexdentatus*. Der Befall durch *Ips sexdentatus* führt zur Infektion der von ihm befallenen Fichten mit einem Blaufäulepilz. Wahrscheinlich handelt es sich um eine *Ceratostomella*-Art.

Unter „Blaufäule" ist bekanntlich die Verfärbung des Holzes ins Dunkle, Blaue, Grüngraue, Dunkelgraue zu verstehen. Die Blaufäule kann durch verschiedene Pilze verursacht werden. Teils sind es *Ascomyceten* (*Ceratostomella*-Arten) teils *Fungi imperfecti*.

Alle von *Ips sexdentatus* befallenen orientalischen Fichten zeigen eine von außen nach innen vordringende Verfärbung des Holzes (Abb. 25). Diese Verfärbung ist nur bei den vom Käfer befallenen Bäumen festzustellen gewesen. Im Oktober zeigen die im Frühjahr und im Sommer befallenen Fichten schon sehr deutlich die Holzverfärbung. Das Holz nimmt eine bläulichgrünlichgraue Farbe an. Im trockenen Zustande ist sie schmutziggrünlichgrau. Bei schwächeren Stämmen (50 cm Durchmesser) reicht die Holzverfärbung bis in die Stammmitte. Bei Stämmen mit über 60 cm Durchmesser ist die innerste Kernholzzone auf 5—10 cm Durchmesser Ende Oktober noch nicht verfärbt.

Alles spricht dafür, daß der Pilz von *Ips sexdentatus* übertragen wird, ähnlich wie *Ceratostomella pini* von *Myelophilus*, oder wie *Graphium* (*Ceratostomella*) *ulmi* von *Scolytus scolytus* und *Scolytus sulcifrons* übertragen werden.

Immer kann man feststellen, daß die erste Verfärbung des Holzes der orientalischen Fichte von den Fraßgängen des *Ips sexdentatus* ausgeht, und von hier nach und nach immer mehr um sich greift. Die Pilzinfektion geht ebenso vom Brutfraße wie auch von den verschiedenen Formen des Reifungs-, Ernährungs- und Überwinterungsfraßes aus. Natürlich auch

vom Splintholzfraß des Käfers. Daraus kann angenommen werden, daß die Übertragung des Blaufäulepilzes der orientalischen Fichte durch den *Ips sexdentatus*-Käfer erfolgt. Auch der Umstand spricht für die Übertragung durch den Käfer, daß an käferfreien, geschlägerten orientalischen Fichten des gleichen Waldgebietes, die etwa ein halbes Jahr schon im Walde lagen, keine Spur der Blaufäule festzustellen war, während alle vom Käfer befallenen Fichten eine starke Verblauung des Holzes aufwiesen.

Für das verblaute Fichtenholz sind, wenn es überhaupt absetzbar ist, stets geringere Preise zu erzielen, als für gesundes, nicht verblautes Holz. Die Holzhändler wollen es überhaupt nicht abnehmen, nicht einmal dann, wenn ihnen die Stocktaxe gänzlich erlassen wird.

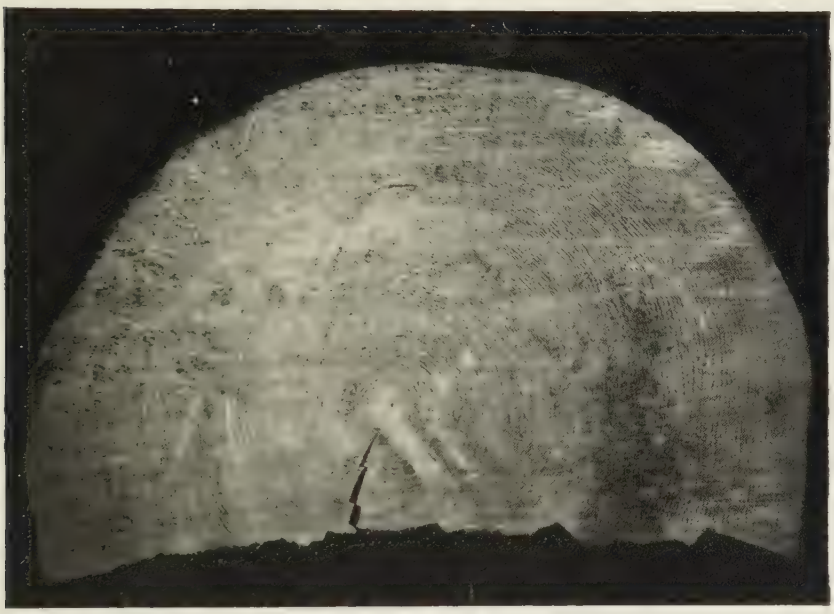


Abb. 25. Verfärbung des *Picea orientalis*-Holzes durch Pilzbefall. Der Pilz wird durch *Ips sexdentatus* übertragen. Meriemanawald (Oktober 1938). $^1/_6$ der natürl. Größe

Die Preise am Markt in Trabzon sind folgende:

1 fm *Picea orientalis*-Schnittware gesund . . . 32 Türkpfund
1 fm *Picea orientalis*-Schnittware blau . . . . 25 Türkpfund

Es ergibt sich also je Festmeter Schnittware bei blauem Holz gegenüber dem gesunden ein Preisunterschied von 7 Türkpfund, das sind 14 RM.

Die durch den Käfer als Pilzüberträger indirekt bewirkte Verblauung des Holzes der *Picea orientalis* zieht demnach eine sehr fühlbare Wertminderung des Holzes nach sich.

Betrachtet man nur den durch die Käferkalamität verursachten absoluten Holzverlust und die Entwertung des Holzes durch die Verblauung, so ergibt sich schon aus diesen allein ein großer Verlust für den Forstbetrieb und die Volkswirtschaft.

Wäre die Holzmasse von 822 500—940 000 fm dem Käfer nicht zum Opfer gefallen, sondern zum Verkaufe gelangt, so hätte der Staat bei Abgabe an Unternehmer und in Anrechnung der im Gebiete üblichen Taxe von 3,9 Türkpfund je Festmeter den Betrag von 3 207 750—3 666 000 Türkpfund[1]) erhalten. Da aber das Käferholz überhaupt nicht genutzt wurde und auch die Unternehmer die Annahme des Käferholzes verweigerten (da das verblaute Holz geringeren Marktwert hat) bedeutet dies den absoluten Verlust der genannten Geldsumme für den Staat.

Wenn das Holz in gesundem Zustande zur Nutzung gelangt wäre, so hätte es, von allem anderen abgesehen, bei einer Ausbeute von nur 40% Sägeware 329 000—376 000 fm Sägeware ergeben. Der Deklassifikationsverlust durch die Verblauung aber für diese Masse beträgt 2 303 000 bis 2 632 000 Türkpfund.[2])

Berücksichtigt man außerdem die Holzarmut der Türkei, den Umstand, daß heute Holz eingeführt, dafür aber Devisen gebraucht werden, so ergibt sich durch die *Ips sexdentatus*-Kalamität ein noch viel größerer Verlust an Volksvermögen.

---

[1]) Das sind 6 415 500—7 322 000 RM.
[2]) Das sind 4 606 000—5 264 000 RM.

Ein II. Teil folgt

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Versuchs- und Forschungsanstalt für Wein- und Gartenbau, Geisenheim am Rhein)

Über die Wasserstoffionenkonzentration und das Pufferungsvermögen des Darmes von Clysia ambiguella, Polychrosis botrana und einigen anderen Insekten sowie ihres Futters

Von

Th. Staudenmayer und **F. Stellwaag**

(Mit 7 Abbildungen)

1. Vorbemerkung

Die Prüfung von Pflanzenschutzmitteln in ihrer Wirkung auf Pflanzenschädlinge, insbesondere auf Insekten und Milben beschränkt sich fast völlig auf die Feststellung des Endergebnisses in der Zahl der Toten und Überlebenden. Zahlreiche Methoden sind hierfür ausgearbeitet worden. Für grobe Vergleichsversuche mag dies im Hinblick auf die praktischen Maßnahmen in den meisten Fällen genügen. Vor kurzem wies Stellwaag (9) jedoch darauf hin, daß diese technische Stoffbehandlung wenig fruchtbar ist. Eine Wissenschaft von den Insektengiften im Sinne einer Toxikologie der Warmblüter gibt es heute noch nicht. Nur in wenigen Fällen ist annähernd bekannt, welche Veränderungen Fremdstoffe im lebenden Körper hervorrufen, wann diese als Gift wirken, welche Organe erkranken und wie der Giftstoff umgewandelt wird. Es ist das Verdienst von Peters (6), Veränderungen durch Gase zusammenfassend geschildert zu haben. Die insektizide Wirkung der Pyrethrum- und Derrisgifte und ihre Abhängigkeit vom Insektenkörper hat Klinger (4) untersucht. Für Darmgifte, die im Körper verdaut werden, fehlen fast alle Vorarbeiten. Die Kenntnis der Giftresorption setzt physiologische Untersuchungen voraus, wie sie von Stellwaag (10) im Rahmen seiner Arbeiten über Arsenersatz angekündigt wurden. In den folgenden Darlegungen sind die Ergebnisse mitgeteilt, die Staudenmayer bei unseren Untersuchungen über die normale Stoffwechselphysiologie des Heu- und Sauerwurmes *(Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana)* im Vergleich zu anderen Insekten gefunden hat. Bei der Auswahl der Vergleichstiere

haben wir solche Formen herangezogen, die schon bisher bei der Mittelprüfung als Testtiere verwendet wurden. Zunächst wurden Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration (Wk) durchgeführt.

Für das Verständnis der physiologisch-chemischen Vorgänge im Verdauungstrakt der Tiere ist die Kenntnis der dort herrschenden Wk von allergrößter Bedeutung. Hängen doch sämtliche chemischen Vorgänge von der Reaktion des Milieus ab. Dies gilt besonders für alle enzymatischen Prozesse. Aber auch für die Wirksamkeit peroraler Insektizide ist die Reaktion des Darmes von großer Bedeutung, worauf Trappmann und Nitsche (15) hinwiesen. So werden z. B. labile As-Verbindungen in saurem, neutralem und alkalischem Milieu in ausreichender Menge zersetzt und können zur Wirksamkeit kommen, während die stabileren Verbindungen von sauren Verdauungssäften noch in genügender Menge angegriffen, von stark basischen nicht mehr in ausreichender Menge oder gar nicht gelöst werden. Aus diesen Feststellungen ergibt sich die große Wichtigkeit der Kenntnis der Darmreaktion der Insekten für die angewandte Entomologie.

Zur Untersuchung gelangten: *Clysia ambiguella*, *Polychrosis botrana*, *Dixippus morosus*, *Pieris brassicae*, *Vanessa urticae*, *Tenebrio molitor*, *Cetonia spec.*

2. Methodik

Für die Messung der Wk stehen eine Reihe von Methoden zur Verfügung, die sich in zwei große Gruppen teilen lassen: Messung mittels Indikatoren, Messung mittels Elektrometer.

Die Messung der Wk mittels Indikatoren ist für die vorliegenden Untersuchungen weniger geeignet. Bei dem Darminhalt der Insekten handelt es sich fast durchweg um mehr oder minder stark gefärbte und getrübte Lösungen, die ein direktes Erkennen der Färbung des Indikators sehr erschweren, wenn nicht ganz unmöglich machen. Die Verwendung eines Komparators ist bei der geringen Menge Flüssigkeit nicht durchführbar. Eine Möglichkeit, Messungen in getrübten Lösungen durchzuführen, ist durch die Verwendung des Folienkolorimeters nach Wulff mit einer Meßgenauigkeit von 0,1 gegeben; aber bei der Messung sehr kleiner Flüssigkeitsmengen wird diese nicht erreicht. In Fällen, wo etwas größere Flüssigkeitsmengen zur Verfügung standen, wurden auch Messungen mittels des Folienkolorimeters durchgeführt.

Die Messungen auf elektrometrischem Wege haben den Vorteil, daß sie genau sind und mit sehr kleinen Mengen durchgeführt werden können, sowie durch die Eigenfärbung oder Trübung der zu messenden Flüssigkeit nicht gestört werden. Auch treten sehr viel kleinere Eiweiß- und Salzfehler auf. (Bei Chinhydronelektrode Salzfehler erst bei über 1 molarer Salzlösung, wo er größer als 0,04 ist; der Eiweißfehler überschreitet nicht die zweite Dezimale.) Für die elektrometrische Methode stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung: Pt-H-Elektrode — sie dürfte das genaueste Verfahren darstellen — ist ziemlich umständlich zu handhaben und für kleine Mengen nicht besonders geeignet; die Glaselektrode benötigt entweder ziemlich große Substanzmengen oder sehr empfindliche Instrumente zur Spannungsmessung (Röhrenvoltmeter), die Antimonelektrode ist etwas weniger genau und erfordert verhältnismäßig große Mengen. Die Messung mit der Chinhydronelektrode hat den Vorteil, daß sehr rasch gemessen werden kann und in sehr kleinen Mengen, sogar bei einzelnen Tropfen, noch eine Messung möglich ist. Der Nach-

teil bei ihr ist allerdings, daß nur bis zu pH 8, bei sehr raschem Arbeiten bis zu einem pH von 9 mit ausreichender Genauigkeit gemessen werden kann, über 9 wird Chinhydron sehr rasch in braune saure Oxydationsprodukte umgewandelt, und das gemessene Potential ist dann durch diese bestimmt. Voraussetzung für eine Messung bis 9 ist, daß es sich um gutgepufferte Lösungen handelt, eine Forderung, die bei biologischem Material wohl stets vorliegt.

Zur pH-Messung in den vorliegenden Untersuchungen wurde das Jonometer nach Lautenschläger verwandt. Als Bezugselektrode diente eine gesättigte Kalomeltauchelektrode. Die zu messenden Lösungen wurden, wenn es sich nicht um ganz kleine Flüssigkeitsmengen handelte, in die üblichen Stiftelektrodengefäße gefüllt. Handelte es sich um kleine Mengen, etwa um den einzelnen Darm von Tenebriolarven, so wurden Kapillargefäße (s. Abb. 1) zur Anwendung gebracht. Bei noch kleineren Mengen, wie z. B. einzelnen Därmen der Raupen der Traubenwickler wurde die Mikromeßmethode von M. C. Swingle (12) benutzt. In vielen Fällen war der Darminhalt flüssig genug, um direkt darin das Chinhydron zur Auflösung zu bringen, in den andern Fällen wurde der Darm plus Inhalt in 0,5 ccm ausgekochtem dest. Wasser aufgeschwemmt, bei Messungen in dem Kapillargefäß in 1—3 Tropfen. Es war nun die Frage zu prüfen, wie weit durch diese Verdünnung ein Fehler begangen wird. Daher wurde bei Därmen von *V. urticae* Raupen die Messung zuerst in 0,5 ccm durchgeführt, dann wurden fortlaufende Mengen ausgekochten dest. Wassers zugegeben bis auf die 10fache Menge des Ausgangswertes und jeweils die pH-Werte abgelesen. Dabei zeigt sich eine maximale Änderung um 0,6 pH-Einheiten. Der Fehler durch die Aufschwemmung in Wasser dürfte demnach nur sehr klein sein und für die vergleichenden Untersuchungen vernachlässigt werden können. Auch ist er durch ungenügende Sättigung mit Chinhydron sicherlich größer als der Verdünnungsfehler.

Abb. 1. Kapillarelektrodengefäß (Schnitt)

Die Präparation der Därme erfolgte in folgender Weise: Bei den Larven von *Clysia ambiguella*, *Polychrosis botrana* und *Tenebrio molitor* wurde mittels der Pinzettenschere der Kopf und das hinterste Ende abgeschnitten und mittels Nadel und Pinzette der Darm herausgezogen. Dabei riß fast keinerlei sonstiges Gewebe mit. Die übrigen Larven wurden im Wachsbecken aufgesteckt und dorsal aufpräpariert. Die Stabheuschrecken wurden seitlich aufgeschnitten und dann im Wachsbecken festgesteckt. Bei den Käfern von *Tenebrio molitor* wurde der Kopf abgeschnitten, das Hinterende festgesteckt, der Prothorax abpräpariert, so daß der Darm sichtbar wurde und sich nach Abschneiden des Hinterendes herausziehen ließ.

Für die Untersuchungen über den pH und die Pufferung des Futters wurden stets frische Pflanzen genommen, meist solche, an denen die untersuchten Tiere gefressen hatten, damit möglichst gleiche Bedingungen vorlagen. Die Pflanzen und sonstigen Futterstoffe, Traubenkerne bei *Cetonia* usw. wurden mit dest. Wasser abgespült und durch eine Alexanderwerkmühle stark zerkleinert, so daß sie die Konsistenz des Darminhaltes annahmen.

3. pH im Darm und pH des Futters

a) *Clysia ambiguella*

Infolge der geringen Größe von *Clysia ambiguella* kamen nur Raupen des 5. (letzten Stadiums) zur Untersuchung. Die meisten Messungen wurden an der 2. Generation (Sauerwurm) durchgeführt. Der pH wurde teils nach der Mikromethode nach Swingle in einzelnen Därmen, teils mittels dem Kapillarelektrodengefäß bei 3—5 Därmen gemeinsam gemessen. Ein weiterer Teil der Werte wurde bei den Pufferungsbestimmungen aus

jeweils etwa 20—40 Därmen (40—82 mg, M = 56 mg), die in 0,5 ccm Aq. dest. aufgeschwemmt waren, bestimmt. Mikromethode: M 7,82 (12) V 7,10—9,0. Kapillargefäß: M 7,42 (22) V 7,00—9,13. Massenbestimmung: M 7,44 (10) V 6,87—7,85.

Die Bestimmungen nach den 3 verschiedenen Methoden sind nur sehr wenig voneinander verschieden, der Unterschied bei der Mikromethode dürfte durch 2 sehr extreme Werte (8,95 und 9,00) bei relativ kleiner Zahl n bedingt sein. Mittelwert aus sämtlichen Versuchen 7,63 n 44 V 6,87—9,13.

Es ist eine ziemlich große Streuung vorhanden, die durch den verschieden physiologischen Zustand der Tiere bedingt ist, aber die größere Zahl der Fälle liegt in der Nähe des Mittelwertes, so daß dieser als richtig angenommen werden dürfte.

b) *Polychrosis botrana*

Die Werte wurden bei erwachsenen Raupen mit dem Kapillargefäß und in Mengenversuchen bei den Pufferungsmessungen gewonnen. Die Methoden waren dieselben wie bei *Clysia*. Kapillargefäß: 7,87 (10) V 7,45 bis 8,44. Massenbestimmung: 7,55 (11) V 7,24—8,06. Mittelwert aus sämtlichen Bestimmungen 7,71 (21) V 7,24—8,44.

Es zeigt sich also zwischen den beiden Arten *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana* kein wesentlicher Unterschied, wie ja auch das Verhalten gegen Gifte bei beiden Arten gleich ist.

c) pH im Futter von *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*

Die Traubenwicklerraupen nähren sich in der zweiten Generation von den unreifen Traubenbeeren, während sie diese in der Reifezeit verschmähen. Zur Messung des pH-Wertes des Futters verwandte ich solche Beeren, die entweder befallen oder aber im gleichen Zustand wie diese waren. Die Beeren wurden wie oben angegeben, zerkleinert und jeweils sofort untersucht. Es wurden bei jeder Messung 40—60 mg in 0,5 ccm ausgekochtem Aq. dest. aufgeschwemmt und möglichst rasch gemessen. Bei 10 Messungen ergab sich als Mittelwert 2,99, V 2,77—3,15. Zum Vergleich wurde außer den Beeren auch der pH-Wert der Blätter untersucht, da diese dem Futter der Heuwurmgeneration, den Gescheinen entsprechen. Dabei ergab sich bei 5 Messungen im Mittel 3,39. Das Futter der ersten Generation besitzt einen ebenfalls sehr niedrigen pH-Wert.

Der Unterschied zwischen dem pH des Futters und dem des Darmes nebst Inhalt beträgt also über 4,5 Einheiten. Auf die Frage der Pufferung soll später eingegangen werden.

d) *Pieris brassicae*

Bei *Pieris brassicae* wurden Raupen im letzten Stadium benutzt. Es wurde im allgemeinen ein einzelner Darm gemessen. (Das mittlere Ge-

wicht des Darmes betrug 79 mg, wobei allerdings die Einzelwerte von 30—220 mg schwankten.) Der größte Teil der Raupen war von *Apanteles glomeratus* parasitiert. Gemessen wurde mit Mikroelektrode, mit und ohne H_2O-Zusatz. (Einige Kontrollen mit Platin-Wasserstoffelektrode und mit Glaselektrode.) Mikroelektrode: 8,15 (10) V 7,79—8,67, Meßelektrode mit 0,5 ccm H_2O 7,88 (20) V 7,29—8,45, Meßelektrode ohne H_2O 8,01 (5) V 7,64 bis 8,60 (jeweils 2 Därme). Im Mittel ergibt sich ein pH-Wert des Darmes von 7,99. Die Messung mit der Glaselektrode ergab 8,12 (10 Därme in 15 ccm Wasser). Die Messung mit Folie 8,33.

(Skrjabina [11] gibt für *P. brassicae* einen Mittelwert von 9,59 an, er mißt ebenfalls mit Chinhydron, schreibt allerdings, daß über 10 die Werte nur auf 0,2—0,4 genau seien. Ich konnte in keinem Falle bei *P. brassicae* derartig hohe Werte feststellen, trotz Anwendung verschiedener Methoden.) Bei *P. brassicae* wurde der Einfluß des Hungerns auf den pH-Wert geprüft, dabei ergab sich nach 24stündigem Hungern pH im Mittel von 7,66 (9) bei V 7,55—8,10, die Werte wurden teils mit Chinhydron, teils mit Wasserstoffelektrode bestimmt. Bei diesem Versuch zeigte sich eine geringe, aber deutliche Abnahme des pH-Wertes bei hungernden Tieren.

e) pH im Futter von *P. brassicae*

Es wurden Blätter sowohl von Weiß-, als auch von Blumenkohl verwandt, in der angegebenen Weise zerkleinert und sofort gemessen. Durchschnittlich 68 mg wurden in 0,5 ccm ausgekochten Aq. dest. aufgeschwemmt und mit Chinhydron gemessen. Die Einstellung des Instruments blieb einige Zeit konstant, es ist also bei Kohlblättern die Messung mit Chinhydron zulässig. Im Mittel ergab sich pH 5,77 (10) V 5,26—6,10. Der Unterschied zwischen Futter und Darm beträgt in diesem Falle 2,2 Einheiten.

f) *Vanessa urticae*

Zur Untersuchung gelangten wiederum Raupen auf dem letzten Häutungsstadium. Es wurde der ganze Darm herauspräpariert. Gemessen wurde in 0,5 ccm H_2O mit Chinhydron. Es ergab sich als Mittelwert 8,73 (20) V 7,48—9,30.

Zur Prüfung des Einflusses der Verdünnung mit Wasser wurden folgende Versuche angestellt. Nach der üblichen Aufschwemmung des Darmes in 0,5 ccm ausgekochtem dest. Wasser wurden weitere 0,5 ccm und 2 ccm Aq. dest. bzw. 0,5 und 4,5 ccm Aq. dest. zugesetzt und jeweils die Wasserstoffionenkonzentrationen gemessen.

In ccm Aq. dest.	pH	In ccm Aq. dest.	pH
0,5	8,97	0,5	8,88
1	8,78	1	8,63
2,5	8,46	5	8,31
(5 Bestimmungen)		(9 Bestimmungen)	

Die Änderung des pH-Wertes bei Verdünnung auf das Doppelte beträgt also etwa 0,2 Einheiten, auf das Zehnfache etwa 0,5. Dieselben Unterschiede finden sich auch beim Vergleich zwischen den Messungen ohne Wasserzusatz und der Messung in 0,5 ccm Wasser bei *P. brassicae* z. B. ohne 8,01 gegenüber mit Wasserzusatz 7,88. Da bei allen Versuchen dieser Fehler auftritt, dürfte er für vergleichende Bestimmungen außer acht gelassen werden.

g) Futter von *V. urticae*

Es wurden zur Messung Brennesselblätter grob zerkleinert und in 0,5 ccm ausgekochtem Aq. dest. rasch gemessen. Bei 10 Messungen ergab sich pH 7,22 (V 7,01—7,55). Bei Blätter, die mittels der Alexandermühle zerkleinert waren, trat sofort an der Luft eine starke Verfärbung ein, und bei der Messung mittels Chinhydron stellte sich kein konstantes Potential ein. Der Unterschied zwischen dem pH des Darmes und dem des Futters beträgt etwa 1,5 Einheiten.

h) *Dixippus morosus* und Futter

Die Stabheuschrecke, *Dixippus morosus*, stellt eines der hauptsächlichsten Testtiere der Mittelprüfung dar, aus diesem Grunde wurde es auch in den vorliegenden Untersuchungen besonders berücksichtigt.

Bei der Größe des Versuchsobjektes war es möglich 3 Darmabschnitte gesondert für sich zu untersuchen. Die Tiere wurden seitlich aufgeschnitten und dann der Darm freigelegt. Der Übergang vom Vorder- in Mitteldarm ist an einer Einschnürung leicht zu erkennen, ebenso der Übergang Mittel- in Enddarm an der Einmündung der Malpighischen Gefäße. Meist wurde nur ein Darmteil gemessen, um jede Möglichkeit der postmortalen Veränderung auszuschließen, in einigen Fällen wurden die anderen Darmteile in einer feuchten Kammer aufbewahrt, aber immer möglichst rasch gemessen.

Zur Untersuchung wurden nur geschlechtsreife Tiere benutzt, sie waren mit Efeu gefüttert. Gemessen wurde in 0,5 ccm Aq. dest.

Vorderdarm	4,84	(31)	V 4,22—5,70
Mitteldarm	6,34	(15)	V 5,95—6,84
Enddarm	7,20	(5)	V 6,97—7,51

Zum Vergleich mit den anderen Untersuchungen wurde auch der Darm als Ganzes gemessen, dabei M 6,44 (12) V 5,90—7,07.

Es ist also eine deutliche Abnahme der Acidität in der Richtung: Vorderdarm zum Enddarm festzustellen. Allerdings erreicht in keinem Fall der Mitteldarm den von Trappmann und Nitsche (15) gefundenen Wert (7,58), ebensowenig im Enddarm (7,58). Vielleicht dürfte sich dieser Unterschied aus dem verschiedenen Futter erklären, in unserm Falle waren die Tiere mit Efeu gefüttert, während bei den Versuchen an

der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Tradescantiablätter gegeben wurden. Die Wk in Efeublättern betrug im Mittel 5,76 (21) V 5,12—6,17, dagegen bei *Tradescantia* 6,78. Die Methode der Messung bei Efeu war dieselbe wie bei den anderen Futterpflanzen. Außer den elektrometrischen Bestimmungen wurde der pH-Wert auch mittels der Wulffschen Indikatorfolien gemessen.

Vorderdarm	4,4	(16)	4,1—5,1
Mitteldarm	6,6	(16)	6,1—7,0
Enddarm	7,1	(11)	6,5—7,9

Mit Ausnahme der Werte im Vorderdarm stimmen die Werte nach beiden Methoden weitgehendst überein. Der Unterschied beim Vorderdarm dürfte sich vielleicht in folgender Weise erklären: Bei der Messung mit Folien wird beinahe nur der Inhalt gemessen, in den die Folie eintaucht, während bei der Messung mittels Chinhydron auch die Reaktion der Darmwand von Einfluß ist. Zur Aufklärung dieser Erscheinung wurde beim gleichen Tier Inhalt und Darmwand jeweils für sich gemessen, dabei ergab sich ein Unterschied von rund einer Einheit (Inhalt 4,92, Wand 5,9, in einem zweiten Falle Inhalt 4,35, Wand 5,37). Beim Mitteldarm ergab sich beim gleichen Versuch nur ein Unterschied von 0,1 (Inhalt 6,97, Wand 7,1). Es erhebt sich dabei allerdings die Frage, wie die Ansäuerung des Futters erst im Vorderdarm zustande kommt, nachdem die Darmwand und der Mitteldarm viel weniger sauer sind. Es wäre in diesem Zusammenhang an eine Einwirkung von Mikroorganismen zu denken, auf die Wigglesworth (16) zur Erklärung der Ansäurung des Kropfinhaltes der Küchenschabe nach Kohlehydratmahlzeiten aufmerksam macht.

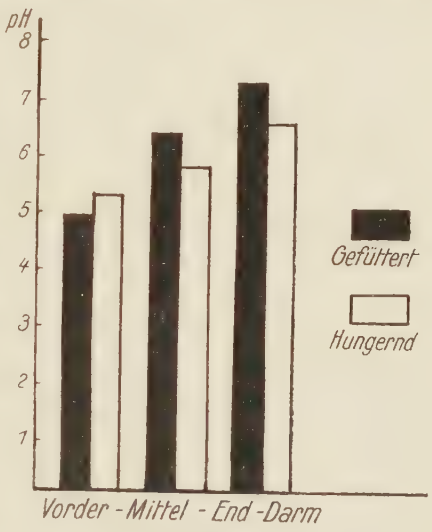


Abb. 2
pH der Darmabschnitte von *Dixippus morosus* im gefütterten und hungernden Zustand

In diesem Zusammenhange verdient auch die Beobachtung des pH-Wertes unter Einfluß des Hungerns Bedeutung. Für die Hungerversuche wurden die Heuschrecken einzeln in Petrischalen gehalten und nach 5 bzw. 6 Tagen untersucht.

	Nach 5 Tagen	Nach 6 Tagen	Im Mittel
Vorderdarm. .	5,09 (5) 4,65—5,59	5,28 (4) 5,13—5,49	5,19
Mitteldarm . .	5,53 (5) 5,48—6,03	5,70 (4) 5,20—6,05	5,71
Enddarm. . .	6,62 (5) 5,93—7,96	6,32 (4) 6,07—6,66	6,49

Es zeigt sich also im Vorderdarm eine geringe Zunahme des pH-Wertes im Mittel- und Enddarm, dagegen eine etwas größere Abnahme (Abb. 2).

i) *Tenebrio molitor* und Futter

Beim Mehlkäfer wurde sowohl Larve, wie auch Imago untersucht. Die Präparation ist oben geschildert.

Für die Larven ergab die Messung mittels der Kapillarelektrode (2 Tropfen dest. Wasser).

6,75 (11) V 6,26—6,95, bei den Imagines:
6,50 (11) V 5,94—6,83

Der Unterschied zwischen beiden ist nur sehr gering, was sich aus dem gleichen Nährsubstrat erklären dürfte.

Gefüttert wurden beide mit Haferflocken. Der pH-Wert des Futters betrug 5,76 (5) V 4,50—5,88.

k) Larve von *Cetonia*

Bei 10 Larven von *Cetonia*, die in feuchtgelagerten Traubenkernen gefunden waren, wurde der Darm herauspräpariert und samt Inhalt ohne Wasserzusatz mit Chinhydron gemessen, der pH-Wert betrug 8,8 (8,36 bis ca. 10). Das Futter, getrocknete Traubenkerne, die zur Messung in der Alexandermühle zerkleinert wurden, hatte 6,83 (10) V 6,33 bis 6,97.

Beim Vergleich zwischen der Wk des Darmes und der des Futters läßt sich keine Beziehung finden.

4. Über die Pufferung des Darmes

Neben dem pH-Wert des Darmes, der ja nur einen augenblicklichen Zustand wiedergibt, wie sich schon aus der großen Variationsbreite dieser Werte ergibt, dürfte für das Verständnis der physiologischen und toxicologischen Vorgänge das Verhalten des Darmes gegen eine Änderung seines Reaktionsmilieus von einiger Bedeutung sein. Es wurden zur Bestimmung des Pufferungsvermögens Titrationskurven aufgenommen. Je größer die benötigte Säure- bzw. Alkalimenge ist, um eine bestimmte Änderung der Wasserstoffionenkonzentration hervorzurufen, desto größer ist das Pufferungsvermögen. Bei der Titrationskurve ist also der Verlauf um so flacher je besser die Pufferung ist.

Über das Pufferungsvermögen bei Insekten liegen bisher nur wenige Untersuchungen vor. Das Pufferungsvermögen des Darmes von *Popillia japonica* suchte M. C. Swingle (13) zu klären. Er fand, daß der Darminhalt dieses Käfers gegen Verschiebung seiner Reaktion nach der saueren Seite sehr gut gepuffert ist. Das Pufferungsvermögen der Honigblase der Biene im Zusammenhang mit der Giftigkeit von Arsenverbindungen unter-

suchten Hoskins und Harrison (2). Über das Pufferungsvermögen des Blutes zweier Insektenarten (*P. rapae* und *Heliothis obsoleta*) liegt eine Arbeit von Craig und Clark (1) vor.

a) Methode

Für die Aufnahme der Titrationskurven wurden die pH-Messungen mit Chinhydronelektrode gemacht. Diese bedingt allerdings, daß nur bis etwa pH 9 gemessen werden konnte. Titriert wurde mit n/50 Salzsäure bzw. Natronlauge. Die Büretten wurden aus 1 ccm Meßpipetten hergestellt und erlaubten eine Ablesung auf 0,01 ccm. Es wurde jeweils nach Zusatz von 0,05 ccm, in einigen Versuchen 0,1 ccm, und gutem Umrühren

b) Die Titrationskurven des Darmes

Tabelle 1

Mittelwert aus den Titrationskurven der Därme

n/50 HCl Mittl. Gew.	*Clysia ambiguella*	*Polychrosis botrana*	*Pieris brassicae*	*Vanessa urticae*	*Dixippus morosus* Vorderdarm gefüttert	*Dixippus morosus* Vorderdarm hungernd	*Dixippus morosus* Mitteldarm gefüttert	*Dixippus morosus* Mitteldarm hungernd
mg	53	46	53	64	111	37	121	35
ccm								
0,0	7,38	7,45	7,54	8,31	4,51	5,80	6,31	5,77
0,1	6,17	6,00	6,58	6,94	4,08	4,19	5,58	5,18
0,2	5,22	5,00	5,75	6,12	3,79	3,69	5,15	4,45
0,3	4,45	4,26	4,71	5,52	3,54	3,39	4,86	4,09
0,4	3,88	3,64	3,98	—	3,30	3,15	4,57	3,73
0,5	3,40	3,24	3,42	4,59	3,17	2,89	4,35	3,31
0,6	2,92	2,97	3,04	4,27	2,99	2,75	4,11	3,14
0,7	2,85	2,74	2,82	4,02	2,87	2,63	3,93	2,95
0,8	2,71	2,60	2,70	—	2,77	2,54	3,76	2,81
0,9	2,58	2,53	2,63	—	2,74	2,46	3,58	2,69
1,0	2,47	—	—	—	2,68	2,39	3,44	—
1,1	2,46	—	—	—	2,64	—	3,25	—
1,2	—	—	—	—	2,59	—	3,16	—
1,3	—	—	—	—	—	—	3,05	—
n/50 NaOH Mittl. Gew.								
mg	59	40	102	—	100	59	118	42
ccm								
0,0	7,49	7,65	7,65	—	4,68	4,66	6,06	5,65
0,1	8,26	8,56	8,31	—	5,39	5,81	6,80	6,53
0,2	8,57	8,82	8,53	—	6,05	6,85	7,30	7,30
0,3	8,78	9,01	8,69	—	6,69	7,54	7,65	7,97
0,4	8,91	—	—	—	7,23	8,03	7,97	8,42
0,5	—	—	—	—	7,62	—	8,15	8,63
0,6	—	—	—	—	7,92	—	—	—
0,7	—	—	—	—	8,15	—	—	—
0,8	—	—	—	—	8,43	—	—	—

der pH-Wert rasch bestimmt. Untersucht wurden *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*[1]). Bei diesen beiden Arten wurde jeweils eine größere Zahl Därme im Gewicht von etwa 50 mg für eine Untersuchung herangezogen, bei *P. brassicae*, *V. urticae* und *Dixippus morosus*, bei dem Vorder- und Mitteldarm getrennt zur Bestimmung gelangten, wurde jeweils ein Tier je Messung verwandt. Zur Bestimmung des Gewichtes des Darmes diente eine Torsionswaage. Die Därme wurden in 0,5 ccm ausgekochtem destilliertem Wasser aufgeschwemmt. Für beide Seiten der Titrationskurve wurden jeweils mindestens 5 Messungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind graphisch dargestellt, wobei die Mittelwerte berechnet wurden. Einen Vergleich der verschiedenen Tiere untereinander ermöglichte die Umrechnung der Mittelwerte auf 100 mg Darmgewicht. In den beiden Tabellen sind die Mittelwerte der Titrationskurven mit Stufen von 0,1 ccm für die Insekten (Tabelle 1) und ihrer Futterpflanzen (Tabelle 2) mit dem jeweiligen mittleren Gewicht der Proben zusammengestellt.

Tabelle 2

Mittelwert aus den Titrationskurven des Futters

n/50 HCl	*Vitis vinifera* (Beeren)	*Brassica oleracea*	*Hedera helix*
Mittl. Gewicht mg	52	64	89
ccm			
0,0	2,92	5,64	5,46
0,1	2,75	4,44	4,62
0,2	2,62	3,80	4,13
0,3	2,46	3,34	3,76
0,4	2,34	3,08	3,46
0,5	2,25	2,86	3,24
0,6	2,20	2,70	3,04
0,7	2,14	2,57	2,87
0,8	2,10	—	2,70
0,9	2,06	—	2,59
1,0	2,05	—	2,50
1,1	—	—	2,43
1,2	—	—	2,38
n/50 NaOH			
Mittl. Gewicht mg	55	72	102
ccm			
0,0	3,06	5,79	5,65
0,1	3,37	7,96	7,02
0,2	3,67	8,58	7,77
0,3	4,03	8,94	8,20
0,4	4,40	9,11	8,45
0,5	4,98	—	8,68
0,6	5,65	—	8,85
0,7	6,27	—	8,98
0,8	6,96	—	—
0,9	7,52	—	—
1,0	7,96	—	—
1,1	8,45	—	—

[1]) *Polychrosis* alle von der 1. Generation, *Clysia* von 1. und 2. Generation.

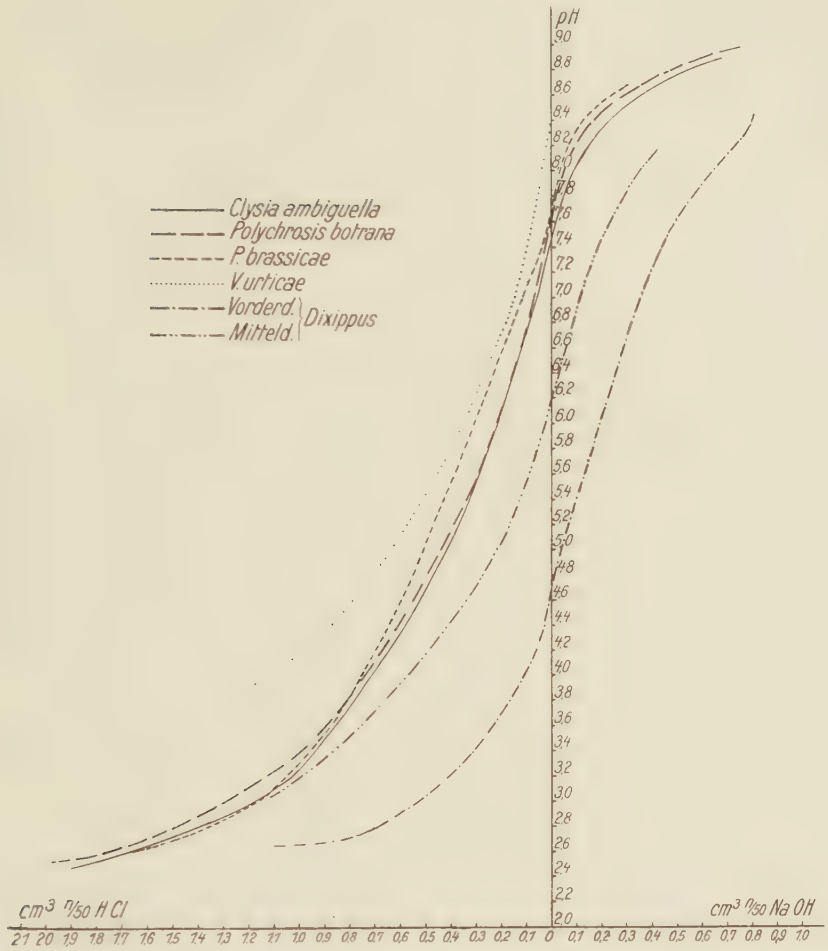


Abb. 3. Titrationskurven der Insektendärme (auf 100 mg Darmgewicht berechnet)

Es zeigt sich im allgemeinen ein Zusammenhang zwischen Gewicht des Darmes und dem Pufferungsgrad derart, daß, je höher das Gewicht ist, desto mehr Säure bzw. Lauge zur Erreichung der gleichen pH-Änderung benötigt wird, d. h. desto flacher verläuft die Titrationskurve. Allerdings besteht diese Beziehung nicht streng. Ein Zusammenhang mit den stark variierenden Ausgangs-pH-Werten besteht nicht. Pufferungsvermögen und Ausgangswert sind voneinander unabhängig.

In der Abb. 3 sind die auf 100 mg berechneten Titrationskurven zusammengestellt. Sämtliche untersuchten Formen zeigen denselben Kurventyp. Es scheint demnach sich immer um die gleichen, zumindest sehr ähnlichen Puffersysteme zu handeln. Eine Aussage über die Art des Systems läßt sich nicht machen, wie auch Hoskins und Harrison bei ihren Untersuchungen an der Honigbiene feststellten. Wahrscheinlich

wird es sich um ein kompliziertes System von schwachen Säuren, Salzen und Eiweißkörpern handeln. Die von Craig und Clark beim Blut von Insekten gefundenen Kurven gehören demselben Kurventyp an. In den Kurven ist kein Hinweis darauf zu finden, daß Phosphationen von ausschlaggebender Bedeutung wären, wie nach den Untersuchungen von H. S. Swingle (14) anzunehmen wäre. Sämtliche Kurven zeigen ihren steilsten Verlauf im Bereich der natürlichen Darmreaktion. Der flache Verlauf der Kurven im Bereich unter pH 3 beruht auf den hier zur Geltung kommenden H-Ionen der zur Titration verwendeten starken Säure (HCl). Im alkalischen Gebiet setzt von etwa pH 7,6 allgemein ein flacherer Verlauf der Kurven ein, die Pufferung nimmt hier also zu.

Biologisch wichtig ist der Verlauf der Titrationskurve, d. h. das Pufferungsvermögen, im Gebiet der normalen Reaktion des Darmes. Um dieses bei den verschiedenen Formen vergleichen zu können, wurden, wie es W. B. Pleaß (7) für pflanzliche Extrakte einführte, Pufferungsindices aufgestellt, und zwar sowohl nach der sauren als auch nach der alkalischen Seite hin, entsprechend dem Vorschlag von P. Schubert (8), da diese Werte nach den beiden Seiten verschieden voneinander sind, außer wenn der natürliche pH-Wert dem Wendepunkt der Titrationskurve entspricht. Als Pufferindex wurde in unserem Fall diejenige Menge n/50 Salzsäure bzw. Natronlauge bestimmt, die bei 100 mg Darmgewicht die Reaktion um eine pH-Einheit verschiebt.

In der folgenden Tabelle sind die Pufferindices der untersuchten Arten zusammengestellt.

Tabelle 3

Pufferindices des Darmes

Art und Darmabschnitt	pH	ccm n/50 HCl je 100 mg	ccm n 50 NaOH je 100 mg
		1 pH-Einheit	1 pH-Einheit
Clysia ambiguella	7,44	0,14	0,25
Polychrosis botrana	7,55	0,11	0,25
Pieris brassicae	7,60	0,19	0,25
Vanessa urticae	8,31	0,10	—
Dixippus morosus, Vorderdarm	4,60	0,21	0,14
Dixippus morosus, Mitteldarm	6,17	0,16	0,15

Es ergibt sich also bei den drei untersuchten Raupen der gleiche alkalische Pufferindex. Bei *V. urticae* konnte ins alkalische keine Messung gemacht werden. Im sauren Gebiet unterscheiden sich die 4 Arten dagegen deutlich, wobei kein Zusammenhang zur systematischen Stellung der Tiere zu erkennen ist; *P. brassicae* zeigt die stärkste Pufferung nach dieser Seite und beinahe das Doppelte von *V. urticae*. Die beiden Traubenwickler unterscheiden sich dagegen nur wenig. Die Stabheuschrecke zeigte ein anderes Verhalten als die Lepidopteren. Bei ihr ist die alkalische Pufferung

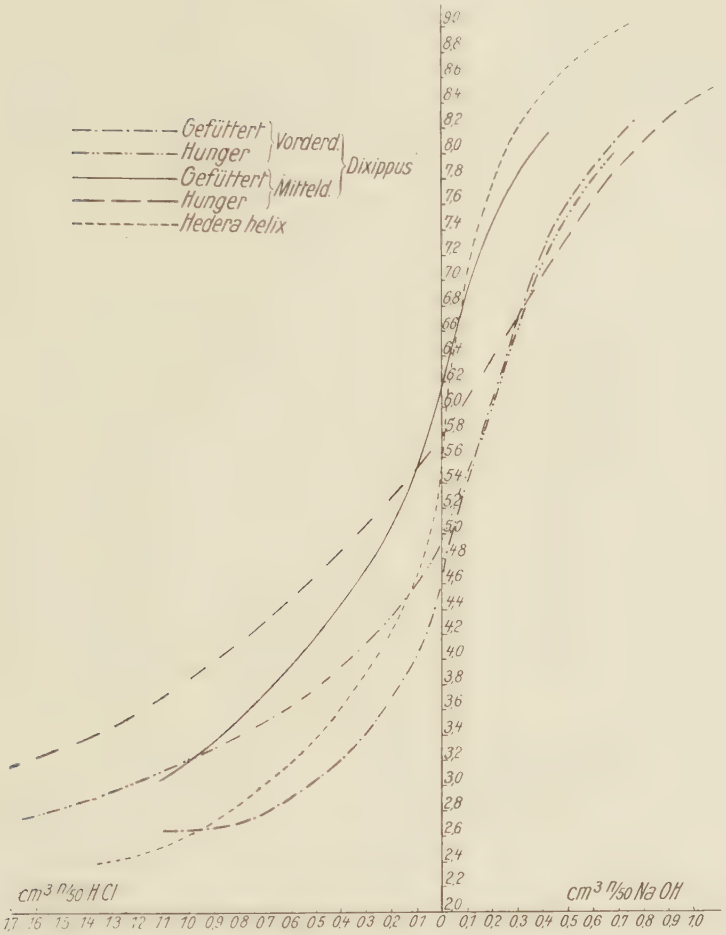


Abb. 4. Titrationskurven von *Dixippus morosus* Vorder- und Mitteldarm bei gefütterten und hungernden Tieren und von Futter *Hedera helix*

geringer, während die Werte im sauren Gebiet im Bereich der Schmetterlinge liegen. Bei *Dixippus morosus* wurden die Titrationskurven bei Tieren nach 96 Stunden Hungerzeit bestimmt. Bei diesen Tieren war sowohl Vorder- wie Mitteldarm fast vollkommen von Nahrung frei. Die gefundenen Pufferungsverhältnisse dürften also denen des Darmes selbst entsprechen. Es zeigte sich sowohl im Vorderdarm wie namentlich beim Mitteldarm ein größeres Pufferungsvermögen, die Kurven verlaufen flacher als bei Tieren, die Nahrung aufgenommen hatten (Abb. 4). Die Pufferungsindices betrugen beim Vorderdarm nach der sauren Seite 0,41, nach der alkalischen 0.19, beim Mitteldarm nach der sauren Seite 0,48, nach der alkalischen 0,30. Die Pufferung ist also namentlich nach der sauren Seite bei hungernden Tieren sehr viel größer (bis zum dreifachen Wert) als bei Tieren mit gefülltem Darm.

Ein Zusammenhang zwischen den pH-Werten und dem Pufferungsvermögen ist nicht zu erkennen. Selbst bei dem großen Unterschied zwischen Darm-pH von *Dixippus* Mitteldarm und Raupendarm besteht kein Unterschied, obwohl sich die pH-Werte in 1,5 Einheiten unterscheiden. Ebenso ist Vorder- und Mitteldarm bei *Dixippus* trotz der verschiedenen Ausgangswerte in der Pufferung kaum verschieden.

c) Pufferung des Futters

Es erhoben sich nun die Fragen: Wie verhält sich das Futter hinsichtlich seines Pufferungsvermögens? Handelt es sich um dieselben Systeme und bedingt das Futter die Pufferung im Insektendarm? Es wurden zu diesem Zweck Proben der betreffenden Futterpflanzen, an denen sich die Versuchstiere befunden hatten, zur Untersuchung verwandt. Die Menge wurde jeweils so gewählt, daß sie der Einwaage bei den entsprechenden Messungen bei den Tieren entsprachen. Die Proben wurden mit einer Alexandermühle zerkleinert. Es wurden für jede Bestimmung frische Proben verwandt, um Änderungen durch die Luftoxydation möglichst zu vermeiden. Bei der Brennessel war eine Untersuchung nicht möglich, da der Gewebsbrei an der Luft sofort eine schwarze Färbung annahm. Während der Messung änderte sich das Potential ständig. Über die Ungeeignetheit der Messung mit Chinhydron bei einzelnen Pflanzen vgl. W. Hoß (3).

Betrachtet man die Titrationskurven von Efeu und Kohl, so zeigt sich eine sehr große Ähnlichkeit aber auch im Vergleich mit den Titrationskurven von den Insekten ergibt sich derselbe Kurventyp. Es dürfte sich demnach um ein sehr ähnliches System handeln. Bei den Weinbeeren ergibt sich bei einem Ausgangs-pH von 2,99 ein etwas anderer Verlauf, der durch die hier vorliegenden freien Säuren, nach den Analysenangaben handelt es sich in der Hauptsache um Äpfel- und Weinsäure, bedingt sein dürfte.

Es wurden wie bei den Insektendärmen auch hier die Pufferindices bestimmt (s. Tabelle 4).

Bei den beiden Futterpflanzen (Efeu und Kohl) besteht nach der alkalischen Seite hin nur eine sehr geringe Pufferung. Bei den Weinbeeren

Tabelle 4
Pufferindices des Futters

Futter	pH	ccm n/50 HCl je 100 mg 1 pH-Einheit	ccm n/50 NaOH je 100 mg 1 pH-Einheit
Rebe	2,99	unbestimmt[1])	0,53
Kohl	5,77	0,10	0,06
Efeu	5,56	0,12	0,06

[1]) Wie oben ausgeführt, wird die Kurve unterhalb 3 von den H-Ionen der starken Säure bestimmt.

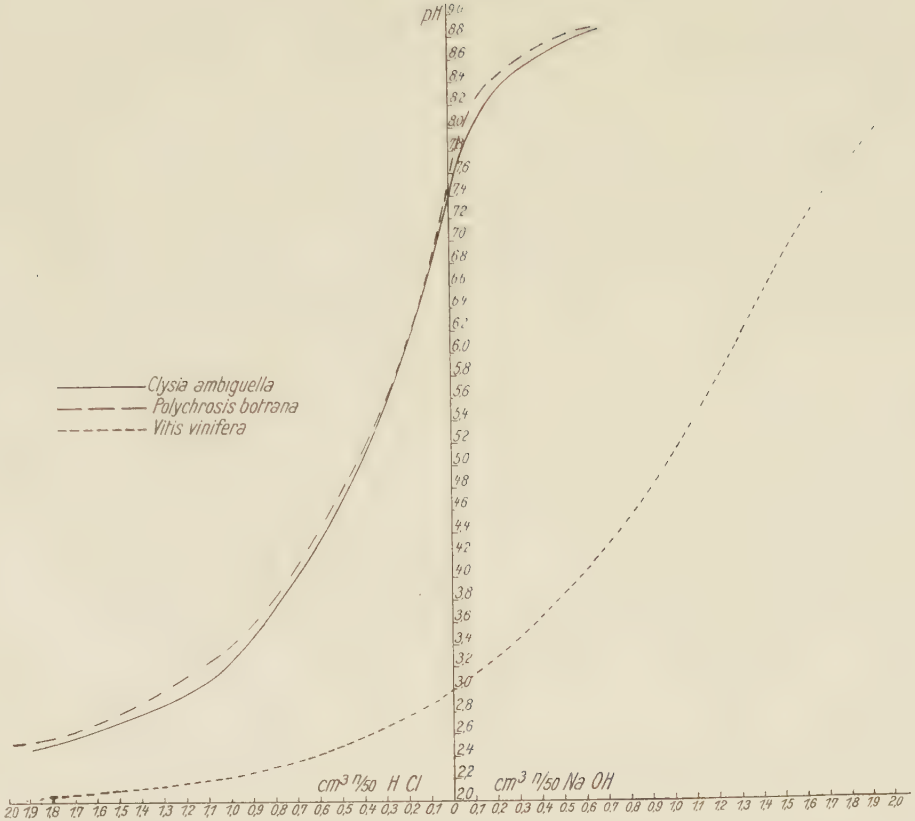


Abb. 5. Titrationskurve des Darmes von *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana* im Vergleich zu derjenigen ihres Futters *Vitis vinifera*

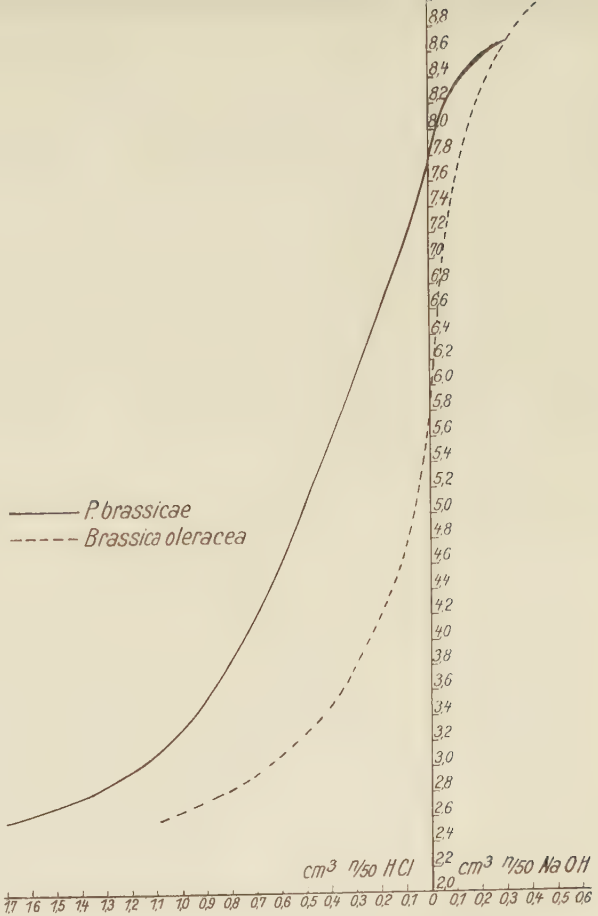


Abb. 6. Titrationskurve des Darmes von *Pieris brassicae* und ihrem Futter *Brassica oleracea*

ist dagegen die Pufferung nach der alkalischen Seite sehr groß, was durch die vorliegenden freien schwachen Säuren bedingt sein dürfte.

d) Vergleich der Pufferung von Tier und Futter

Es zeigten bei *Dixippus* und bei *P. brassicae* die Titrationskurven der Futterpflanzen einen sehr viel steileren Verlauf als diejenigen des Darmes. Die Pufferung ist also beim Futter geringer (vgl. Abb. 4, 5, 6 und 7). Daraus ergibt sich, daß die Wasserstoffionenkonzentration und die Art und Größe der Pufferung vom Tier aus bestimmt und reguliert wird. Die Größe der Pufferungskapazität des tierischen Gewebes zeigt sich bei den Untersuchungen von Craig und Clark am Blut zweier Schmetterlingsraupen (*P. rapae* und *Heliothis obsoleta*). Aus der dortigen Abbildung ist zu ersehen, daß diese Kurven sehr viel flacher verlaufen, die Pufferung also sehr viel größer ist als die des Darmes. Ebenso zeigten die Versuche bei hungernden Tieren von *Dixippus morosus*, daß der Darm selbst eine sehr viel größere Pufferung besitzt. Die im Darm gefundenen Pufferungsverhältnisse stellen nur eine Resultante aus der Pufferung des Futters und der des Darmes (Darmgewebe und Verdauungssäfte) dar. Gemessen wird ja eigentlich nur der Pufferüberschuß. Die tatsächliche Pufferungskapazität des Darmes läßt sich nicht bestimmen, da ja bei Hungertieren ein ganz anderer physiologischer Zustand des Darmes vorliegt, der mit dem von Tieren, die Nahrung aufgenommen haben, wohl kaum zu vergleichen ist. Es dürfte unmöglich sein, den physiologischen Zustand eines

Abb. 7. Pufferindices der Insekten und ihres Futters. G = gefüttert, H = Hunger

verdauenden Darmes zu erreichen, ohne daß demselben Nahrung zugeführt wurde.

Auch dürfte der gemessene Pufferungswert in keinem Falle etwas unveränderlich Feststehendes sein, da der tierische Organismus ja die Fähigkeit einer sehr weitgehenden Regulation besitzt, er vermag die Wasserstoffionenkonzentration sicherlich durch Drüsentätigkeit weitgehend zu beeinflussen. Messen können wir nur den augenblicklichen Pufferungszustand, aber die eigentliche biologische Pufferungskapazität entzieht sich unserer Feststellung. Daß diese aber eine sehr große sein muß, zeigt sich deutlich darin, daß *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana* die Reaktion ihres Darmes auf (7,44 bzw. 7,55) trotz des sehr sauren Futters (2,99) einstellen und dabei noch ein sehr deutliches Pufferungsvermögen bei der Messung desselben ergeben. Es müssen diese beiden Arten ein sehr weitgehendes Regulationssystem besitzen.

5. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird die Wasserstoffionenkonzentration und das Pufferungsvermögen bei Raupen von *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana* und im Vergleich dazu bei einigen anderen Insekten untersucht, besonders bei solchen, die als Testtiere bei der Mittelprüfung verwandt werden.

1. Es wurden folgende pH-Werte gefunden (Mittelwerte):

Clysia ambiguella	7,63
Polychrosis botrana	7,71
Pieris brassicae	7,99
Vanessa urticae	8,73
Dixippus morosus	6,44
Vorderdarm	4,84
Mitteldarm	6,34
Enddarm	7,20
Tenebrio molitor	6,75 (Larve)
	6,50 (Imago)
Cetonia spec.	8,8

Dabei zeigte sich jeweils eine sehr große Variationsbreite, die einzelnen Werte weichen teilweise um über eine pH-Einheit voneinander ab.

Bei *Dixippus* wurde der Einfluß des Hungerns auf die Wk des Darmes untersucht und dabei für den Vorderdarm eine geringe Zunahme (5,19 gegen 4,84), im Mitteldarm und Enddarm eine größere Abnahme (Mitteldarm 5,71 gegen 6,34, Enddarm 6,49 gegen 7,20) festgestellt.

2. Es wurde die Wasserstoffionenkonzentration des Futters der untersuchten Insekten bestimmt zur Feststellung, ob zwischen der Wk des Futters und des Darmes ein Zusammenhang besteht. Es ergaben sich folgende Werte:

Vitis vinifera	2,99 (Beeren) 3,39 (Blätter)
Brassica oleracea	5,77
Urtica spec.	7,22
Hedera helix	5,67
Haferflocken	5,76
Traubenkerne	6,83

Eine Beziehung zwischen dem pH-Wert des Futters und dem der Tiere läßt sich nicht aufstellen. Auffällig ist der sehr große Unterschied zwischen dem pH des Darmes und dem des Futters bei *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*.

3. Das Pufferungsvermögen des Darmes und des Futters wurde durch Aufnahme der Titrationskurve mit n/50 HCl bzw. NaOH bestimmt.

Sämtliche Titrationskurven zeigen einen ähnlichen Verlauf. Aussagen über die Art des Pufferungssystems lassen sich nicht machen. Als Ausdruck des Pufferungsvermögens wurden Pufferindices (P. I.) aufgestellt. Als Pufferindex wird diejenige Menge n/50 HCl bzw. NaOH in Kubikzentimeter angegeben, die erforderlich ist, um bei 100 mg Substanz den pH-Wert um eine Einheit nach der sauren bzw. alkalischen Seite zu verschieben. Die Pufferindices liegen zwischen 0,1 und 0,5 bei den untersuchten Insekten und 0,06 und 0,53 bei den Futterpflanzen. Die Lepidopteren zeigen ziemlich gleichartige Pufferindices im Gegensatz zu *Dixippus*.

Bei *Dixippus* wurde der Einfluß des Hungerns auf den P. I. geprüft. Dabei zeigt sich bei den Hungertieren eine sehr viel stärkere Pufferung nach beiden Seiten im Mitteldarm, während im Vorderdarm die Pufferung nach der sauren Seite ebenfalls sehr viel größer nach der alkalischen dagegen nur wenig verschieden ist (Vorderdarm saure Seite 0,21, gefütterte Tiere, 0,41 Hungertiere, alkalische Seite 0,14 gefüttert 0,19 hungernde Tiere, Mitteldarm saure Seite 0,16 gefütterte, 0,48 hungernde Tiere und alkalische Seite 0,15 gefütterte, 0,30 hungernde Tiere).

Bei *Pieris brassicae* und *Dixippus* zeigt das Futter, Kohl bzw. Efeu, einen gleichen, aber, viel steileren Verlauf der Titrationskurve, als die Därme der Tiere, die Pufferung ist also bei diesen Futterpflanzen viel geringer. Bei dem Futter von *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*, *Vitis vinifera*, ist der etwas andere Verlauf der Titrationskurve wohl durch das Vorhandensein von freien Säuren bedingt.

Die Pufferung im Darm dürfte weitgehendst vom Tier aktiv reguliert werden. Ein Zusammenhang zwischen Ausgangs-pH und Pufferung konnte nicht festgestellt werden.

Bei einer vergleichenden Betrachtung der Ergebnisse ist die weitgehende Übereinstimmung von *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana* sowohl hinsichtlich ihres pH-Wertes als auch des Verlaufes ihrer Titrationskurven auffällig, wie sich ja auch die beiden Arten gegen Insektizide gleich verhalten. Von den andern untersuchten Insekten kommen die

Raupen von *Pieris brassicae* den Verhältnissen der beiden Traubenwicklerraupen am nächsten, die allerdings dennoch eine Sonderstellung durch den sehr großen Unterschied zwischen pH des Darmes und des Futtereinnehmen.

Wie weit zwischen dem pH-Wert und der Pufferungskapazität einerseits und dem toxikologischen Verhalten andererseits ein Zusammenhang besteht (Swingle, H. S. [12]), kann erst nach vergleichenden toxikologischen Untersuchungen entschieden werden.

Schriftenverzeichnis

1. Craig, R., and Clark, J. R., The Hydrogen Ion Concentration and Buffer Value of the Blood of Larvae of *Pieris rapae* L. and *Heliothis obsoleta* F. Journ. Econ. Ent. Menasha, Wis., 31, no. 1, p. 51—54, 1938.
2. Hoskins, W. M., and Harrison, A. S., The Buffering Power of the Contents of the Ventriculus of the Honeybee and its Effect upon the Toxicity of Arsenic. Journ. Econ. Ent. 28, p. 924—942, 1934.
3. Hoß, W., Die Methoden der Messung der Wasserstoffionenkonzentration im Hinblick auf botanische Probleme. Inaugural-Dissertation Tübingen 1932.
4. Klinger, H., Die insektizide Wirkung der Pyrethrum- und Derrisgifte und ihre Abhängigkeit vom Insektenkörper. Arb. phys. angew. Entomologie, Berlin-Dahlem 1936.
5. Kordatzki, W., Taschenbuch der praktischen pH-Messung. 3. Aufl. München 1938.
6. Peters, G., Chemie und Toxikologie der Schädlingsbekämpfung. Verlag F. Enke. Stuttgart 1936.
7. Pleaß, W. B., Journ. Indust. Soc. Leather Trades Chemistry 15, 73, 1931.
8. Schubert, P., Über die Bestimmung der Acidität pflanzlich gegerbter Leder mit Hilfe von elektrometrischen pH-Messungen in wässerigen Lederauszügen unter Verwendung der Glaselektrode. Dissertation Darmstadt 1936.
9. Stellwaag, F., Toxikologische Probleme in der Schädlingsbekämpfung. Angew. Chemie Jahrg. 51, Nr. 35, 1938.
10. — — Wissenschaftlicher Jahresbericht 1937 der Versuchs- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau Geisenheim. Verlag P. Parey, 1939.
11. Skrjabina, E., pH of the Insect's Intestines and Blood and its Modification at poisoning with Arsenic an Fluorine Compounds. Bull Plant Prot. S. III, no. 7, p. 9. Leningrad 1936. (In Russ., Zusammenf. englisch.)
12. Swingle, H. S., Relative Toxicities to Insects of Acid Lead Arsenate, Calcium Arsenate and Magnesium Arsenate. Journ. Econ. Ent. 31, no. 3, p. 430—443, 1938.
13. Swingle, M. C., Anatomy and Physiology of the Digestive Tract of Japanese Beetle. Journ. Agr. Res. 41, 181—196, 1930.
14. — — The Influence of Soil Acidity on the pH-Value on the Contents of the Digestive Tract of the Japanese Beetle Larvae. Ann. of the Ent. Soc. of America Vol. 24. p. 496—502, 1931.
15. Trappmann, W., und Nitsche, G., Methoden zur Prüfung von Pflanzenschutzmitteln. V. Beiträge zur Giftwertbestimmung und zur Kenntnis der Giftwirkung von Arsenverbindungen. Mitteil. aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 46, S. 61—89, 1933.
16. Wigglesworth, V. C., The Digestion in the Cockroach. I. The Hydrogen Ion Concentration in the Alimentary Canal. Biochem. Journ. Band 21, S. 791—811, 1927.

Exakte Mimikryforschung und angewandte Entomologie

Von

Franz Heikertinger, Wien

Die biologischen Wissenschaften greifen innig ineinander. Sie bilden ein Netz, an dessen verbindenden Fäden sich die Forschung im Einzelfalle Schritt um Schritt weitertastet. Je mehr Fäden sie zu erfassen weiß, desto weiter wird ihr Blick, desto kritischer und treffender wird sie ihr Urteil gestalten können.

Ich möchte im folgenden die fruchtbare Verbindung zweier vielbesprochener ökologischer Teilgebiete kurz beleuchten: der Lehre von der Mimikry einerseits und der angewandt-zoologischen Frage nach Nutzen oder Schaden der Vögel anderseits.

Was Mimikry ist, weiß jeder Biologe. Dennoch wird immer wieder übersehen, daß das Wort in drei verschiedenen Bedeutungen gangbar und damit zu einer Quelle dauernder Unklarheit und Verwirrung geworden ist.

Die drei Bedeutungen sind:

1. Die meisten — wohl alle Laien — sprechen schon von „Mimikry", wenn zwei einander ähnliche Tiere vorliegen. Um das etwaige Vorhandensein ökologischer Beziehungen zwischen beiden kümmern sie sich nicht. Hier ist das Wort verfehlt. Einfache beziehungslose Ähnlichkeit ist klar und eindeutig als „Ähnlichkeit" zu bezeichnen, nicht aber als Mimikry. Mimikry ist ein ökologischer Begriff.

2. Viele definieren: Mimikry ist nachgeahmte Warntracht. Ein genießbares Tier ahmt ein warnfarbiges ungenießbares nach und nimmt hierdurch an dessen Geschütztsein teil. Das ist die wissenschaftliche Alltagsfassung.

3. Wenige nur überschauen das Mimikryproblem in seiner Gänze, mit seinen historischen Wurzeln und seiner überragenden Bedeutung, die ihm einst zugemessen wurde und die allein dem Streit um diese an sich spielerisch-kleinlichen Dinge eine wissenschaftliche Berechtigung gibt. Nur diese Wenigen behalten stets im Auge, daß die Mimikryhypothese zu nichts Geringerem bestimmt war als eines der Fundamentalprobleme der organischen Naturwissenschaften lösen zu helfen, das Problem: Wie sind

die Artkleider der Tiere entstanden? Oder — da diese Frage ja doch unlösbar ist —: Wie ist das Entstehen der oft so wundersamen „Zweckmäßigkeit", der Erhaltungsmäßigkeit im Bau der Tiere mechanistisch, ohne Zuhilfenahme einer bewußt schaffenden Intelligenz, zu erklären? Das wollte Darwins Auslesehypothese leisten und hierzu schien die Mimikry als eine der wenigen Stützen geeignet zu sein. Nach dieser Hypothese — die das Entstehen erklären wollte — wäre der Vorgang so vorzustellen gewesen: Von der genießbaren Art blieben stets nur jene Individuen am Leben, die dem ungenießbaren Modell am ähnlichsten waren. Alle übrigen wurden allmählich von den Feinden ausgerottet, bis schließlich nur die ähnlichsten allein übrig blieben. Es ist hier nicht der Raum, auf die unüberbrückbaren Widersprüche hinzuweisen, die sich dieser Werdehypothese entgegenstellen. Ich muß den Leser bitten, in frühere meiner Arbeiten Einsicht zu nehmen[1]). Auf keinen Fall kann diese Hypothese aufrechterhalten werden.

Sie wurde darum auch fallen gelassen und man zog sich auf die ökologische Mimikry (Punkt 2) zurück. Als auch deren Unhaltbarkeit aufgezeigt wurde, gingen viele bis auf die einfache, beziehungslose Ähnlichkeit zurück und erklärten unter Hinweis auf diese das Dasein der „Mimikry" für erwiesen. Ob sie nützlich sei, das sei eine Frage für sich, die sie offen lassen möchten.

Es leuchtet ein, daß dieses Festhalten an einem Wort von dreierlei Bedeutung nie zur Klarheit führen konnte. Wenn keiner genau wußte, wovon die Rede war, mußte einer am andern vorbeireden. Es muß darum festgelegt sein:

Ähnlichkeit allein ist nicht Mimikry. Mimikry ist zumindest ein ökologischer Begriff. Aber auch als solcher ist sie wissenschaftlich von ganz untergeordneter Bedeutung. Denn ob ein Tier gefressen wird oder nicht, und ob ein anderes gelegentlich einmal aus der Ähnlichkeit mit einem verschmähten Nutzen ziehen könnte, das reicht kaum über den engsten Interessenkreis hinaus. Schon darum kann der Nutzen keine Rolle spielen, weil die Arten, die ihn nicht genießen, in vieltausendfacher Überzahl da sind und ohne ihn gedeihen. Nur durch hypothetische Gedankenkonstruk-

[1]) Die Bienenmimikry von *Eristalis*. Zeitschr. wiss. Ins.-Biol. XIV (XXIII), 1918, S. 1—5, 73—79. — Die Wespenmimikry der Lepidopteren. Verh. Zool.-bot. Ges. Wien, LXVIII, 1918, S. (164)—(194). — Exakte Begriffsfassung und Terminologie im Problem der Mimikry und verwandter Erscheinungen. Zeitschr. wiss. Ins.-Biol. XV (XXIV), 1919, S. 57—65; 1920, S. 162—174. — Kann Mimikry durch Selektion entstehen? Zeitschr. Morph. Ökol. Tiere IV, 1925, S. 598–614. — Die Frage der Schutzanpassungen im Tierreich, mit besonderer Berücksichtigung der Färbungsanpassungen. Wissen und Wirken 57. Band, Karlsruhe 1925, 99 S. — Werden übelriechende und giftige Käfer von Insektenfressern gemieden? Ent. Blätter XXXI, 1935, S. 81—87. — Über den derzeitigen Stand der Mimikryfrage und der Tiertrachtfragen im allgemeinen. VII. Intern. Kongreß für Entom. S. 712—739. Berlin 1938 (1939).

tionen können die seltenen Ausnahmefälle täuschender Ähnlichkeiten als Wichtigkeiten aufgefaßt werden. Auch die ökologische Mimikry ist bedeutungslos, sofern damit nicht eine weitergehende, allgemeine Frage der Zoologie berührt wird. Diese allgemeine Frage aber wäre das Zustandekommen der Ähnlichkeit. Aber auch das Zustandekommen einiger weniger besserer Ähnlichkeitsfälle würde, sofern es sich nur um Einzeldinge handelt, die wissenschaftliche Zoologie noch nicht ernsthaft beschäftigen. Erst wenn die Einzelfälle ein allgemeines Werdeprinzip aufhellen, dann erst treten sie heraus in das Licht wissenschaftlicher Allgemeinbedeutung.

Das war der Fall, als die Mimikryhypothese aufgerichtet wurde. In dem Augenblick aber, da diese Hypothese nicht mehr als Schlüssel allgemeinen Gestaltenwerdens gelten konnte, war der Stern der Mimikry erloschen. Sie sank zurück in die Belanglosigkeit spielerischer Einzelfälle. Und selbst diese lassen sich mit dem Fortgang exakter Einzelforschung nicht mehr aufrechterhalten. Nur so lange über der ganzen Frage der Schleier begrifflicher Unklarheiten hängt, nur so lange kann die Mimikry noch Gegenstand eines wissenschaftlichen Streites sein.

Eines glaube ich zur Vermeidung von Mißverständnissen betonen zu müssen: Die der Mimikrylehre zugrunde liegende Auslesehypothese ist klar von Darwins Abstammungslehre zu trennen. Kritik an ersterer hat keinerlei Einfluß auf die Gültigkeit der letzteren. Wir wissen heute nichts darüber, wie die Organismen und mit ihnen ihre Erhaltungsmäßigkeiten entstanden sind. Hier ist meines Erachtens — wenigstens heute noch — offener Agnostizismus der einzige Ausweg.

Das glaubte ich zur festen Umreißung der Grundlagen darlegen zu müssen.

Wenden wir uns mit dem Blicke des zeitgemäß experimentell eingestellten Biologen der Mimikryfrage zu, so fällt uns unmittelbar eines auf: Fast der ganze alte Bau, wie ihn A. R. Wallace, H. W. Bates und ihre nächsten Nachfolger aufgerichtet haben, ruht auf dem Wörtchen: „Wenn ...“. (Belege hiefür an anderer Stelle[1]).

Wenn grellfarbige Tiere schlecht schmeckten, dann müßte es für andere Tiere von Vorteil sein, sich ihr Kleid anzueignen. Der Biologe von heute greift nach diesem „Wenn“ in der unmittelbaren Erkenntnis, daß hier der eigentliche Angelpunkt des ganzen Problems liegt, daß die als erstes zu klärende Grundfrage lautet:

[1]) Welchen Quellen entspringen die biologischen Trachthypothesen? I. H. W. Bates, Zool. Anzeiger LIII, 1921, S. 287—298. — II. A. R. Wallace, a. a. O., LIV, 1922, S. 31—39. — III. Die Warntrachthypothese, a. a. O., LIV, 1922, S. 39—47. — IV. Roland Trimen, a. a. O., LIV, 1922, S. 177—184. — VII. Ch. Darwin, Die Sexualselektion, a. a. O., LV, 1922, S. 141—154.

Sind die grellfarbigen „Modelle" wirklich vor Feinden geschützt?

Fiel das Ergebnis verneinend aus, dann war die Mimikryhypothese als der Grundlage entbehrend aufzugeben. Ich habe andernorts dargelegt, wie die alte Mimikryliteratur an dieser Fundamentalfrage theoretisierend vorbeigegangen ist, ohne ihrer Wichtigkeit Rechnung zu tragen.

Drei Wege exakter Forschung können uns Aufklärung darüber geben, ob ein Tier von Feinden gefressen oder verschmäht wird. Zwei davon sind zur Gänze natürlich, der dritte enthält immer ein unnatürliches Element, das seinen Wert verringert, zuweilen sogar ganz in Frage stellt.

Die natürlichen Wege sind:

1. Fraßbeobachtungen am freilebenden Tier. Es ist klar, daß dieser Weg nur im Ausnahmsfall reichere Möglichkeiten bietet. Im allgemeinen werden solche Beobachtungen seltenen Zufällen überlassen bleiben.

2. Mageninhaltsanalysen im Freiland erlegter Tiere. Hierher zählen auch Analysen von Kropfinhalten, Gewöllen (Auswürfen), Exkrementen, von den Altvögeln angetragener Futterballen usw. Es leuchtet ein, daß dieser Weg an Natürlichkeit der unmittelbaren Fraßbeobachtung völlig gleichwertig ist. Hier wie dort wird ermittelt, was das Tier — für die Mimikry kommen fast nur Vögel in Betracht — im Freileben, unter natürlichen Verhältnissen, ohne jeden Zwang freiwillig erjagt und gefressen hat. Findet sich ein Insekt mehrfach vor, so ist damit einwandfrei erwiesen, daß es vor dem Feinde nicht geschützt ist.

Der unnatürliche Weg ist der

3. Fütterungsversuch. Gleichgültig ob er mit eingezwingerten oder mit freilebenden Tieren durchgeführt wird, nie entspricht er restlos den natürlichen Freilandbedingungen, nie ist das, was ein Versuchsvogel tut, bindend für das, was ein jagender Freilandvogel tun würde. Am unnatürlichsten sind naturgemäß Versuche mit zahmen, an gutes Gefangenschaftsfutter gewöhnten Käfigtieren[1]). Aber auch bei Freilandversuchen

[1]) Näheres hierüber in: Die metöke Myrmekoidie. Biol. Zbl. XXXIX, 1919, S. 92—93. — Zur Lösung des Trutzfärbungsproblems. Der Fall *Pyrrhocoris apterus* und das Prinzip der Ungewohntfärbung, Wien. Ent. Zeitung XXXVII, 1919. S. 179—196. — Die Wespenmimikry oder Sphekoidie. Verhandl. Zool.-bot. Ges. Wien LXX. 1921, S. 371—379. — Methoden der Erforschung des Mimikryproblems einschließlich der Probleme der übrigen schützenden Tiertrachten. Abderhaldens Handbuch der biol. Arbeitsmethoden Abt. IX, 4, 1922, S. 116 bis 118. — Einige Versuche mit der „warnfarbigen" Raupe von *Euchelia jacobaeae* L. Zeitschr. wiss. Ins.-Biol. XXIV (XXXIII), 1929, S. 38—43. — Die Frage der Schutzanpassungen im Tierreich. Karlsruhe 1929, S. 50—52. — Die Coccinelliden, ihr „Ekelblut", ihre Warntracht und ihre Feinde. Biol. Zbl. LII. 1932, S. 386—392. — Werden übelriechende und giftige Käfer von Insektenfressern gemieden? Ent. Blätter XXXI, 1935, S. 87—89. — Noch ein Wort über Wespenmimikry. Zeitschr. Morph. Ökol. Tiere XXXI, 1936, S. 272 bis 293. — Zur Frage des Ekelgeschmacks der *Euchelia*-Raupe. A. a. O., XXXV. 1939, S. 586—593. — Über einige Fütterungsversuche mit Vögeln und Zygaenen. Entom. Rundschau LVI, 1939. S. 220—224, 337—340, 355—356.

besteht ein fundamentaler Unterschied zwischen einem tot und reglos auf einem Brett liegenden und einem flüchtig durch die Lüfte schießenden Insekt. Ein Vogel, der ersteres aufnimmt, wird möglicherweise auf das Jagen des letzteren dauernd verzichten. Umgekehrt kann das tote Tier vom Vogel verschmäht werden, während er das sich bewegende, lebendige sofort ergreift. Jedem Versuchsteller sind Erfahrungen dieser Art geläufig. Ich darf mir, nach zwanzigjähriger eigener Versuchspraxis, ein sachliches Urteil über den Wert dieses Forschungsmittels zumuten. Ich habe es erst nach Einsicht in seine Minderwertigkeit zurückgestellt.

Die Mimikryforschung von einst hat sich die Sache nach Möglichkeit einfach und bequem gemacht und geriet damit naturgemäß an den Fütterungsversuch mit Käfigtieren. Auch heute gibt es noch Forscher, die diesem Wege eifrig das Wort reden. Die Mageninhaltsanalyse wurde nur in ganz geringem Maße herangezogen. Sie lieferte in ihrer unerbittlichen Eindeutigkeit im Regelfalle keine Bestätigungen der Hypothese und wurde darum von den Verfechtern dieser zurückgesetzt, ja energisch bekämpft.

Ich darf erwähnen, daß ich vor rund zwei Jahrzehnten in Erkenntnis der überragenden Bedeutung dieses exaktesten aller Hilfsmittel die Auswertung von Mageninhaltsuntersuchungen in ausgedehntem Ausmaß zur Lösung des Mimikryproblems herangezogen habe. Hierbei geriet ich naturgemäß an das reiche Material, das die angewandte Ornithologie im Verein mit der angewandten Entomologie aufgehäuft hatte. Dieses Material besaß überdies einen großen Vorzug: Die Forscher, die es mühsam zusammengetragen, hatten nicht an Mimikry gedacht. Es waren in voller Objektivität aufgezeichnete Daten von unanfechtbarer Beweiskraft. So konnte mit Hilfe der angewandten Zoologie die Grundfrage der Mimikryhypothese endlich tatsachengemäß mit Sicherheit beantwortet werden.

Wie diese Antwort lautet? In keiner Hinsicht günstig für die Mimikryhypothese.

Es ließ sich mit Tatsachen belegen, daß die als „geschützt", als „widerwärtig" schmeckend oder als wehrhaft geltenden Insekten von jenen Vogelarten, die normal Insekten dieser Größe und Bewegungsart jagten, nicht verschont werden, sondern durchschnittlich ebenso häufig gejagt und gefressen werden wie die als „wohlschmeckend" und wehrlos geltenden Formen. Arten aus den angeblich bestgeschützten Modellgruppen fanden sich oft zu vielen Dutzenden, ja Hunderten in einem Vogelmagen. Dieses Gefressenwerden der angeblich „widerwärtigen" Arten war so auffällig, daß die Forscher sich vielfach sogar veranlaßt sahen, auf diese Tatsachen besonders hinzuweisen.

Ich gebe im folgenden einen kurzen Überblick über einige der wichtigsten dieser Arbeiten über Vogelmageninhalte, wobei ich mich wesentlich auf solche beschränke, die vom angewandt-zoologischen Standpunkt der Bodenkultur aus durchgeführt sind und nach Möglichkeit ge-

naue Artbestimmungen der nachgewiesenen Beuteinsekten bringen. Der Sachlage nach kommen in erster Reihe typisch insektenfressende Vögel in Betracht. Typische Körnerfresser und Großraubvögel (Wirbeltierfresser) spielen eine geringe Rolle und bleiben unerwähnt.

In deutscher Sprache:

Baer, W. (Forstakademie Tharandt), Untersuchungsergebnisse von Mageninhalten verschiedener Vogelarten. Ornith. Monatsschr. XXVIII, 1903, S. 262 bis 268. — Untersuchungsergebnisse von Mageninhalten sächsischer Vögel. A. a. O., XXXIV, 1909, S. 33—44. — Ornithologische Miszellen. A. a. O., XXXV, S. 331ff. — Die Bedeutung der insektenfressenden Vögel für die Forstwirtschaft. Charakteristik der einzelnen Vogelarten hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Forstwirtschaft. Die Bedeutung der Spechte und des Kuckucks für die Forstwirtschaft. Aus der Natur IX—XI, Sept. 1915, 24 S.

Csiki E. (ungarisch und deutsch), Positive Daten über die Nahrung unserer Vögel. Aquila, Budapest XI—XXI, 1904—1915. — Sehr reiche und entomologisch genaue Angaben über die Beutetiere insektenfressender Vögel Ungarns.

Eckstein, K., Beiträge zur Nahrungsmittellehre der Vögel. Aus dem Walde XVII, XVIII, 1900, 1901.

Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. I. 1914, S. 224—258.

Loos, K., Zur Ernährung unserer Vögel. Vereinsschrift des Böhmischen Forstvereins IV u. V, 1900—1902. — Weitere Arbeiten in ornithologischen und forstwirtschaftlichen Zeitschriften 1896—1915.

Parrot C. u. Leisewitz, W., Untersuchungen zur Nahrungsmittellehre der Vögel. Verhandl. Ornith. Ges. Bayern V, 1904, S. 436—443.

Rey, E., Ein Beitrag zur Beurteilung des wirtschaftlichen Wertes der Insekten fressenden Vögel. Ornith. Monatsschr. XXXIV, 1909, S. 25/26.

Rey, E. u. Reichert, A., Mageninhalt einiger Vögel. Ornith. Monatsschrift XXXIII, 1908, S. 189ff.; XXXV, 1910, S. 193ff.

Rörig, G., Magenuntersuchungen land- und forstwirtschaftlich wichtiger Vögel. Arb. Biol. Abt. f. Land- u. Forstw. I, 1900, S. 1—85. — Untersuchung der Nahrung von Krähen. Arb. Kais. Biol. Anst. f. Land- und Forstwirtsch. I, 1900. — Untersuchungen über die Nahrung unserer heimischen Vögel. Arb. Biol. Abt. Land- und Forstw. IV, 1903, S. 51—120. — Studien über die wirtschaftliche Bedeutung der insektenfressenden Vögel. A. a. O., S. 1 bis 50. — Magenuntersuchungen heimischer Raubvögel. Arb. Kais. Biol. Anst. Land- u. Forstw. V, 1906, S. 237—265. — Untersuchungen über die Verdauung verschiedener Nahrungsstoffe im Krähenmagen. A. a. O., S. 266—282. — Die wirtschaftliche Bedeutung der Vogelwelt als Grundlage des Vogelschutzes. Mitt. Kais. Biol. Anst. Land- u. Forstw. IX, 1910.

Vietinghoff von Riesch, A., Das Verhalten paläarktischer Vögel gegenüber den wichtigeren forstschädlichen Insekten. Zeitschr. f. angew. Ent. X, 1924, S. 1—55; XI, 1925, S. 247—254; XIII, 1928, S. 483—512. — Magenanalysen heimischer Vögel als Bausteine zur Erkenntnis des Verhältnisses zwischen Vogel und Insekt. A. a. O., XI, 1925, S. 309ff.; XII, 1927, S. 504ff., XV, 1929, S. 646ff.

Kleinere Arbeiten finden sich mehrfach verstreut. Gründlich zusammenfassend und mit reichen Literaturnachweisen ist das Thema Vogelnahrung behandelt in dem Handbuch:

Groebbels, F., Der Vogel. Bau, Funktion, Lebenserscheinung, Einpassung I. Berlin, Gebr. Borntraeger 1932.

Von anderssprachigen Arbeiten über europäische Vögel sei hervorgehoben:

Kluijver, H. N., Bijdrage tot de Biologie en de Ecologie van den Spreeuw (*Sturnus vulgaris* L.) gedurende zijn Voortplantingstijd. Versl. en Mededeel. Plantenziektenkund. Dienst Wageningen, No. 69, 1933. — Dieser Arbeit liegt eine neue, gut erdachte Untersuchungsmethode der Nestlingsnahrung zugrunde. Star-Nestlingen wurde zeitweise — bis zu vier Stunden im Tag — ein Aluminiumhalsring übergelegt, der sie nicht hinderte, das von den Alten zugetragene Futter zu übernehmen, wohl aber, es zu verschlucken. Sie mußten die Futterballen auswerfen, die nun zur bequemen Analyse vorlagen. Diese Methode hat den großen Vorzug, daß große Materialmengen beigebracht wurden, ohne daß ein Tier getötet zu werden brauchte — den Nestlingen schadete die zeitweise Beringung nicht — und daß die Futtertiere völlig intakt und nicht zerbrochen und schon halb verdaut zur Bestimmung vorlagen. Die Untersuchungsergebnisse sind dementsprechend reich und bedeutungsvoll.

Über die Mageninhalte italienischer Vögel liegt eine Arbeit vor:

Passerini N., e Cecconi, G., Osservazioni sopra l'alimentazione degli uccelli. Boll. Istit. Agrar. Scandicci VII, 1908, S. 12—102.

Sehr reich ist die Literatur über Mageninhaltsuntersuchungen nordamerikanischer Vögel. Hier hat das U. S. Department of Agriculture, Biological Survey, Washington D. C., in einer Reihe von Bulletins die Ergebnisse der Untersuchung von rund 80000 Vogelmagen veröffentlicht. Eine Übersicht über das bis 1913 Publizierte gab:

McAtee W. L., Index to papers relating to the food of birds. U. S. Dept. Agr. Biol. Surv. Bull. 43, 1913, 69 S.

Einige der belangreichsten Arbeiten:

Barrows, W. B., The English sparrow (*Passer domesticus*) in North America, especially in its relations to agriculture. Bull. 1, 1889, 405 S.

Beal, F. E. L., Cuckoos and shrikes in their relation to agriculture. Bull. 9, 1898, 26 S. — Food of the bobolink, blackbirds, and grackles. Bull. 13, 1900, 77 S. — Birds of California in relation to the fruit industry. Bull. 30, 1907, 100 S.; Bull. 34, 1910, 96 S. — Food of the woodpeckers of the United States. Bull. 37, 1911, 64 S. — Food of our more important flycatchers. Bull. 44, 1912, 67 S. — Food habits of the thrushes of the United States. Bull. 280, 1915, 23 S. — Food of the robins and bluebirds of the United States. Bull. 171, 1915, 31 S. — Food habits of the swallows. Bull. 619, 1918, 28 S. — The relations between birds and insects. Yearbook Dept. Agr. 1908, S. 343—350. — Beal F. E. L. & McAtee, W. L., Food of some well-known birds of forest, farm, and garden. Farmers Bull. 506, 1912, 1918, 33 S.

Bryant, H. C., Investigation of the economic status of non-game birds. Berkeley, Calif. 1912, 19 S. — A determination of the economic status of the western meadow-lark (*Sturnella neglecta*) in California. Univ. Calif. Publ. Zool. XI, 1914, S. 377—510. — Habits and food of the roadrunner in California. A. a. O., XVII, 1916, S. 21—58.

Chapin, E. A., Food habits of the Vireos. U. S. Dept. Agr. Bull. 1355, 1925, 42 S.

Gabrielson, J. N., Food habits of some winter bird visitants. Bull. 1249, 1924, 32 S.

Henderson, J., The practical value of birds. Univ. Colorado Bull. XIII, No. 4, 1913, 48 S.

Judd, S. D., Birds of a Maryland farm. U. S. Dept. Agr. Bull. 17, 1902, 116 S. — The bobwhite and other quails of the United States in their economic relations. Bull. 21, 1905, 66 S. — The food of nestling birds.

Yearbook U. S. Dept. Agr. 1900 (1901), S. 411—436. — The grouse and wild turkeys of the United States and their economic value. Bull. 24, 1905, 55 S.

Kalmbach, E. R., The crow and its relation to man. Bull. 621, 1918, 92 S. — The magpie in relation to agriculture. Techn. Bull. 24, 1927, 29 S. — Kalmbach, E. R. u. Gabrielson, J. N., Economic value of the starling in the United States. Bull. 868, 1921, 66 S.

Mabbot, D. C., Foods habits of seven species of American shoal-water ducks. Bull. 862, 1920, 67 S.

McAtee, W. L., The horned larks and their relation to agriculture. Bull. 23, 1905, 37 S. — Food habits of the grosbeaks. Bull. 32, 1908, 92 S. Food habits of the mallard ducks of the United States. Bull. 720, 1918, 35 S. — The relation of birds to woodlots in New York State. Roosevelt Wild Life Bull. IV, No. 1, 1926, 154 S.

Nice, M. M., Food of the bobwhite. Journ. Econ. Ent. III, 1910, S. 295—313.

Wetmore, A., Birds of Porto Rico. Bull. 326, 1916, 140 S. — Food and economic relations of North American grebes. Bull. 1196, 1924, 23 S. — Food of American phalaropes, avocets, and stilts. Bull. 1359, 1925, 20 S.

Aus anderen Erdteilen sind hervorzuheben:

D'Abreu, E. A., The food of birds in the Central Provinces. Records Nagpur Mus. II, 1918, 55 S.

Mason, C. W., and Maxwell-Lefroy, H., The food of birds in India. Mem. Dept. Agr. India, Ent. Ser. III, 1912, 371 S.

Cleland, J. B., The food of Australian birds. Dept. Agr. N. S. Wales, Sc. Bull. 15, 1918, 112 S.

Bequaert, J., The predaceous enemies of ants. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. XLV, 1922, S. 271—331. — Diese Arbeit, nicht eigentlich auf agrikulturellem Gebiete erstanden, faßt die Erfahrungen über die ameisenfressenden Tiere der ganzen Erde zusammen. Nach Kenntnisnahme der dort niedergelegten Daten vermag wohl kein unparteiischer Beurteiler noch an ein Geschütztsein der Ameisen zu glauben.

Kritisch zusammenfassend hat das Material ausgewertet:

McAtee, W. L., Effectiveness in nature of the so-called protective adaptations in the animal kingdom, chiefly as illustrated by the food habits of nearctic birds. Smithson. Misc. Coll. LXXXV, No. 7, 1932, 201 S. — Diese überaus bedeutsame Arbeit gibt auf 57 Seiten auch ein sehr eingehendes Schriftenverzeichnis.

An Hand eines erdrückenden Beweismaterials von Tausenden von Freilanddaten konnte ich feststellen:

Ekelgeruch — nur ein solcher ist, und auch er nur mit Menschensinnen, erwiesen — wirkt nicht abwehrend auf die geruchsstumpfen Vögel. (Der immer wieder behauptete „Ekelgeschmack" ist in keiner Weise, auch nicht menschlich, erwiesen, denn niemand hat die betreffenden Insekten wirklich gekostet.) Die sezernierenden Carabiden und Dytisciden, Staphyliniden, Silphiden, Elateriden, Tenebrioniden, Coccinelliden, Chrysomeliden usw. unter den Käfern finden sich ebenso zahlreich in den Magen vor wie die Vertreter anderer, als ungeschützt geltender Gruppen. Das gleiche gilt für Stinkwanzen und die anderen angeblich geruchsgeschützten Insekten. Erdvögel fressen mit Vorliebe Carabiden, Wasservögel Dytisciden, manche Buschvögel bevorzugen geradezu gewürzte Insekten (z. B. Pirole Stink-

wanzen, die nordamerikanischen Vireos Coccinelliden usw.). Hinsichtlich Einzelheiten muß ich auf frühere meiner Arbeiten verweisen[1]).

Ebensowenig wie der „Ekelgeruch" wehrt der „Wehrstachel" der akuleaten Hymnopteren, der Bienen, Wespen usw. die jagenden Vögel ab[2]); ebensowenig ist auch hohe Giftigkeit (für den Menschen) ein Fraßhindernis für Vögel[3]). Und wodurch die kleinen, harmlosen Ameisen, die im allgemeinen weder ernsthaft stechen können noch richtig „ekelhaft" riechen, eigentlich geschützt sein sollen und als Mimikrymodelle so hoch geschätzt werden, weiß wohl niemand stichhaltig zu begründen. Sie bilden denn auch einen ständigen Bestandteil der Insektenfressernahrung[4]).

Anknüpfend an einen kürzlich in dieser Zeitschrift erschienenen Artikel von F. Steiniger[5]) möchte ich auf die Frage der Wespenmimikry etwas näher eingehen, um an einem konkreten Sonderfall die

[1]) Zur Lösung des Trutzfärbungsproblems. Der Fall *Pyrrhocoris apterus*. Wien. Ent. Zeitung. XXXVII, 1919, S. 179—196. — Über die angebliche Giftwirkung des Coccinellidenblutes. Wien. Ent. Zeitung. XXXVIII, 1921, S. 109 bis 113. — Sind die Wanzen (*Hemiptera heteroptera*) durch Ekelgeruch geschützt? Biol. Zentralbl. XLII, 1922, S. 441—464. — Die Stinkdrüsen der Wanzen in ihrer Bedeutung als Schutzmittel. Naturw. Wochenschr. N. F. XXI. 1922, S. 558—562. — Über „transformative Schutzfärbung" und ihre wissenschaftliche Begründung. Biol. Zentralbl. L, 1930, S. 193—219. — Die Frage der Schutzanpassungen im Tierreich. Karlsruhe 1929, S. 59—75. — Die Coccinelliden, ihr „Ekelblut", ihre Warntracht und ihre Feinde. Biolog. Zentralblatt LII, 1932, S. 65—102, 385—412. — Werden übelriechende und giftige Käfer von Insektenfressern gemieden? Ent. Blätter XXXI, 1935, S. 81—94. — Die Mimikrymodelle der Tagfalter Afrikas und ihr „Ekelgeschmack". Biol. Zentralbl. LVI, 1936, S. 151—166.

[2]) Die Bienenmimikry von *Eristalis*. Zeitschr. wiss. Ins.-Biol. XIV (XXIII). 1918, S. 1—5, 73—79. — Die Wespenmimikry der Lepidopteren. Verh. Zool.-bot. Ges. Wien LXVIII, 1918, S. 164—194. — Die Insektennahrung des Grauen Fliegenfängers (*Muscicapa grisola*) im Lichte der Schutzmittelhypothese. Deutschösterr. Monatsschr. f. naturw. Fortbildung XV, 1919, S. 67—72. — Akuleate Hymenopteren als Spinnenbeute. Biol. Zentralbl. XXXIX, 1919, S. 352—363. — Die Wespenmimikry oder Sphekoidie. Verh. Zool.-bot. Ges. Wien LXX, 1921. S. 316—385. — Noch ein Wort über Wespenmimikry. Zeitschr. Morph. Ökol. Tiere XXXI, 1936, S. 268—293.

[3]) Über einige Versuche mit *Lytta vesicatoria* L. zur selektionistischen Schutzmittelfrage. Biol. Zentralbl. XXXVII, 1917, S. 446—460.

[4]) Die metöke Myrmekoidie. Biol. Zentralbl. XXXIX, 1919, S. 65—102. — Täuschende Ähnlichkeit mit Ameisen (Myrmekoidie). Naturwiss. Wochenschr. N. F. XX, 1921, S. 709—713. — Zur metöken Myrmekoidie. Zeitschr. wiss. Ins.-Biol. XVIII, 1923, S. (163)—(178). — Die Frage der Schutzanpassungen im Tierreich. Karlsruhe, 1929, S. 75—88. — Über das Mimikryproblem und seine Schwesterprobleme. IV. Intern. Congr. Entom. Ithaca N. Y. II, 1929, S. 827/828. — Werden die Tagfalter von Vögeln gejagt? II. Mageninhaltsuntersuchungen. Biol. Zentralbl. LVII, 1937, S. 7—21 (Fußnoten).

[5]) Die genetische, tierpsychologische und ökologische Seite der Mimikry. XXV, 1938, S. 461—471.

Verschiedenwertigkeit der Mageninhaltsuntersuchungen einerseits und der Fütterungsversuche anderseits darzulegen. Hierzu muß ich allerdings einige Worte über den Stand der Wespenmimikryfrage voraussenden.

Ich habe andernorts gezeigt, daß die weitgehenden Ähnlichkeiten zwischen Insekten verschiedener Verwandtschaftsgruppen überhaupt kein Problem bilden. Wenn wir beide Ähnlichkeitspartner als Kettenglieder in den langen Reihen ihrer Verwandten ins Auge fassen, so zeigt sich, daß die Ähnlichkeiten offenkundig nichts anderes sind als zufällige Kombinationen von Farbzeichnungselementen, die in jeder der beiden Verwandtschaftsreihen als Stammeseigenschaften vorhanden sind. Diese Elemente treten hundertfach in verschiedenen Kombinationen zusammen, sind überall fließend durch Übergänge verknüpft. Die „Nachahmer" stehen mitten in dieser Kette, mit ihren Nachbargliedern eng verbunden, genetisch gleichwertig mit ihnen. Nichts berechtigt uns, sie aus dem natürlichen Zusammenhang der Variationskette zu reißen, für sie eine grundsätzlich andere Entstehungsursache — eben die „Mimikry"-Auslese — anzunehmen als für alle übrigen Kettenglieder. Wer mit diesen Augen zu sehen gelernt hat, für den ist der gesamte Problemenkomplex gelöst.

Auf die Frage der Wespenmimikry angewandt führt uns dieser Weg zur Einsicht: Schwarzgelbe Segmentringelung ist ein angestammtes Farbzeichnungselement sowohl in der Ordnung der Hymenopteren — und zwar in den verschiedensten Gruppen dieser — wie auch in der Ordnung der Dipteren, wieder in fast allen Gruppen auftretend. Auch bei den Lepidopteren ist sie nachzuweisen. Tausendfach varriiert ist sie vorhanden; in den verschiedensten Verwandtschaftsreihen finden wir überraschende Parallelismen, „homologe Reihen" und als natürliche Folge davon in Einzelfällen hier und da weitgehende Detailähnlichkeiten. Diese als Sonderrätsel zu betrachten, haben wir keinen Anlaß.

Damit ist das Problem der Wespenmimikry morphologisch-stammesgeschichtlich gelöst. Steiniger hat sich dieser von mir gegebenen Problemlösung vollinhaltlich angeschlossen und hat sie mit Fachausdrücken der genetischen Terminologie bekräftigt.

Damit ist die Hypothese von der Wespenmimikry, die bestimmt war, das Entstehen der Wespenähnlichkeit zu erklären, überflüssig geworden. Man kann nun noch die Frage beleuchten, ob diese Hypothese, falls sie nicht überflüssig geworden wäre, das Problem mit ihren Mitteln gelöst hätte. Die Hypothese ist auf der Annahme aufgebaut, daß die Wespen infolge ihres Wehrstachels vor den Vögeln geschützt seien. Nun erweisen aber die in erdrückender Zahl vorliegenden Mageninhaltsanalysen, daß von einem solchen Geschütztsein keine Rede ist. Vögel von hinreichender Stärke fressen Wespen und Bienen ebensogut wie Fliegen. Das gleiche erweisen Käfigversuche.

Steiniger kann nicht umhin, diese hundertfach erwiesenen Tatsachen zu bestätigen[1]). Trotzdem will er sich nicht ganz von der reizvollen Hypothese trennen. Er wünscht zu zeigen, daß es wenigstens vereinzelte Ausnahmefälle gibt, in denen die Ähnlichkeit nützlich wirksam werden könnte. Hierzu führt er einige Versuchsergebnisse vor.

Es besteht nun kein Hindernis, die Möglichkeit solcher Ausnahmefälle ohne weiters zuzugeben. Jede Erscheinung kann irgendwann einmal nützlich sein. Niemand aber dürfte ernsthaft der Anschauung sein, daß mit solchen Ausnahmefällen die Hypothese von der Herausbildung einer ausgefeilten Wespenähnlichkeit durch stete Ausmerzung aller minder ähnlichen Individuen — das ist das klar gesehene Mimikryprinzip — wieder aufgerichtet werden könnte.

Man hat oft versucht, dieses klare Ausleseprinzip durch unbestimmte Vorstellungen zu ersetzen. Kein Schutz sei allgemein: die Ähnlichkeit könnte immerhin einmal gegen „einige Feinde" schützend wirksam sein, und das genüge.

Selbstverständlich ist nicht jeder Vogel verpflichtet, Wespen zu fressen. Nimmt ein Vogel aber Wespen nicht an, so ist er nicht ohne weiters jenen „einigen Feinden" zuzuzählen, so ist noch keineswegs auf Abwehrmittelwirksamkeit zu schließen, sondern zuzusehn, ob nicht offensichtlich andere Beweggründe vorliegen. Handelt es sich um einen kleineren, zarten, schwachschnäbeligen, ängstlichen Vogel, so werden wir es ohne weiters verständlich finden, wenn er die ziemlich großen, kräftigen, fahrigen, hartleibigen Wespen von vornherein unbeachtet läßt. Und wenn wir dann die Magenanalysen dieser Vogelart zu Rate ziehen, so werden wir finden, daß ihre Normalnahrung in der Tat viel kleiner, zarter, weicher ist. Mit dieser einwandfreien Prüfung können wir fast alle die Fälle, die uns als vermeintliche Schutzwirkung des Wespenstachels gegen „einige andere Feinde" geführt werden, als nicht stichhaltig erweisen. Im Versuch sind diese Fälle leicht daran kenntlich, daß diese Vögel die Wespen von vornherein ablehnen, ohne irgendwelche böse Erfahrungen mit ihnen gemacht zu haben. Nur kräftige, starkschnäbelige, an die Bewältigung größerer, härterer Beutetiere gewöhnte Vögel können als wirkliche Wespenfeinde angesprochen werden. Und diese scheuen sich, wie erwiesen, in der Tat nicht vor Wespen.

Wenden wir uns, mit diesen Einsichten ausgerüstet, Steinigers Versuchen zu.

[1]) Seine eigenen Versuchsergebnisse sind: „Regelmäßig gefressen wurden vorgeworfene Bienenarbeiterinnen und Wespenweibchen von den beiden Elstern, der Nebelkrähe, und vor allem von dem grauen Fliegenschnäpper. Letzterer zog Bienen und Wespen sogar gleichzeitig gebotenen Mehlwürmern vor. Im Laufe eines Tages (10 Stunden) verzehrte er 18 *Apis mellifica* (Arbeiterinnen) ohne Schaden zu nehmen ... Die Singdrossel pickte mit gesträubten Federn vorgeworfene Bienen und Wespen sofort tot, ließ sie dann einige Zeit liegen und zerpickte sie dann, um sie teilweise zu fressen (Versuche an sechs verschiedenen Tagen mit insgesamt 14 *Vespa vulgaris*, 8 *Apis mellifica*)."

Ich zitiere aus seinem Versuchsbericht[1]).

„Rotkehlchen, Blaukehlchen ... ergriffen die erstmalig gereichte Wespe, um diese sofort wieder fortzuwerfen, ohne sie völlig getötet zu haben. Am Tage darauf gereichte Bienen wurden allein noch von Rotkehlchen in den Schnabel genommen, jedoch auch von diesem nicht gefressen."

Tatbestand: Die genannten Vögel verschmähten die Wespen, ohne sie gekostet zu haben, ohne von ihnen gestochen worden zu sein, also ohne irgend eine Erfahrung, gut oder böse, mit ihnen gemacht zu haben. Mageninhaltsanalysen dieser sehr zarten Vögelchen erweisen eine viel geringere Beutetiergröße. Der Fall liegt somit klar.

Nun aber fährt Steiniger fort:

„Rotkehlchen und Blaukehlchen fraßen vor der Fütterung mit Wespen die Syrphiden ohne Ausnahme. Etwa eine Stunde nach der ersten Fütterung mit Wespen wurden Schwebfliegen jedoch abgelehnt... Am Tag darauf wurden je fünf Syrphiden ... nicht angenommen."

„Das Blaukehlchen fraß in den darauf folgenden fünf Monaten Syrphiden ... überhaupt nicht mehr. Das Rotkehlchen jedoch fraß zwölf Tage nach der ersten Wespenfütterung vier gebotene Syrphiden ... In weiteren ähnlichen Versuchen wurden Syrphiden teils verweigert, ganz so, wie Mostler dies für seine Versuche darstellt..."

Fehlt hier nicht die logische Begründung? Wenn die Vögel mit den Wespen gar keine Erfahrungen gemacht hatten, wieso sollten die Wespen dann an dem Verhalten der Vögel gegen die Fliegen schuldtragend sein? Um das Benehmen der Vögel gegen die Syrphiden im Sinne der Mimikryhypothese logisch zu begründen, müßten die Vögel doch von den Wespen gestochen worden sein. Nur dann wäre eine Änderung des Verhaltens der Vögel verständlich. Bei dem Fehlen jeglicher schlechter Erfahrung mit den Wespen aber besagt der Fall gar nichts und fällt nur unter die vom Versuchsteller selbst erwähnte Erfahrung, daß die Syrphiden „teils genommen, teils verweigert" werden, wie es den Vögeln eben gerade zusagt.

Nehmen wir den anderen, von Steiniger hoch bewerteten Fall vor.

Ein zahmer grauer Fliegenschnäpper fraß ein Jahr lang ungestraft jede ihm dargebotene Wespe oder Biene, wie es ja auch nachweislich seine Artgenossen im Freiland tun. Ja, er zog sie sogar den sonst so begehrten Mehlwürmern vor. Eines Tages jedoch, bei einer Vorführung vor fremden Besuchern, versah es der Vogel und wurde von einer *Cerceris*, die er, von anderen Vorgängen im Zimmer abgelenkt, zu lange und zu ungeschickt im Schnabel hielt, anscheinend gestochen[2]). Von da ab lehnte

[1]) „Ekelgeschmack" und visuelle Anpassung einiger Insekten. (Fütterungsversuche an Vögeln.) Zeitschr. wiss. Zool. A. CXLIX, 1937, S. 228—230.

[2]) Beobachtungen und Bemerkungen zur Mimikryfrage. Biolog. Zentralbl. 1937, S. 51ff.

er außer Wespen auch manche andere Insekten, auch wespenunähnliche, ab. In den weiteren Versuchen glaubt Steiniger festgestellt zu haben, daß „eine schwarz-gelbe Zeichnung an sich schon ausreiche, um die Ablehnung des Insekts zu veranlassen; ein unterschiedliches Verhalten entsprechend der größeren oder geringeren Wespenähnlichkeit ließ sich nicht feststellen". Es machte dem Vogel nichts aus, ob das Insekt quer- oder längsgestreift war. Aber auch die ganz ungezeichneten Bienen lehnte er ab. Dafür aber fraß er bereitwillig den berühmtesten aller genauen Wespennachahmer, den Hornissenschwärmer *Trochilium apiforme*.

Sehen wir auch diesen Fall etwas näher an. Zunächst besteht — tierpsychologisch — ein wesentlicher Unterschied zwischen einem vertrauensvollen, dauernd mit harmlosen Mehlwürmern ernährten zahmen Käfigvogel und einem auf seine Jagd gestellten wilden Freilandtier, dessen Spezialnahrung eben bestachelte Hautflügler sind. Wurde der Käfigvogel erst nach einem Jahr gestochen, und zwar durch eigene Unaufmerksamkeit, so wird dies dem Freilandtier mit seinen wachen Sinnen vielleicht nach einigen Jahren einmal, vielleicht auch nie widerfahren. Wurde es aber gestochen, dann kann es sich nicht wie der Käfigvogel gekränkt auf einen Napf mit Mehlwürmern zurückziehen, sondern es muß weiter jagen wie früher, um nicht zu verhungern. Bei der Jagd auf fliegende Insekten aber, wie sie der Fliegenschnäpper betreibt, kann er unmöglich auf mimetische Ähnlichkeiten achten, sondern muß bedenkenlos zufahren. Deshalb hat ihn auch die Natur zum typischen Wespenjäger ausgerüstet.

Zudem würde ihm das Merkmal „gelb-schwarz" hierbei gar nichts nützen, denn ein Großteil der bestachelten Hautflügler entbehrt dieser Zeichnung. Viele Wespengruppen und die Mehrheit der Bienen sind unansehnlich grau oder bräunlich gefärbt, geben aber an Stechfähigkeit den Wespen nichts nach. Steiniger erwähnt, sein Vogel habe fortab auch Bienen verschmäht, obwohl er mit diesen keinerlei böse Erfahrungen gemacht habe. Er meint, nicht so sehr die Färbung, als vielmehr „der allgemeine Habitus der Hymenopteren, vielleicht auch Bewegungsart und Flugton, müssen dem Vogel kenntlich gewesen sein".

Wenn es das ist, wenn der Vogel einen bestachelten Hautflügler auch erkennt, wenn er schutzfarbig bräunlichgrau ist, dann ist die Annahme, eine genaue schwarz-gelbe Wespennachahmung sei nötig, offenkundig unbegründet. Erkennt er ungeachtet der Färbung die Hymenopteren an „Habitus, Bewegungsart und Flugton", dann wird er niemals eine harmlose, sich ganz anders benehmende Fliege mit ihnen verwechseln.

Aber auch schon die Feststellung Steinigers, daß der Vogel auf keinerlei Detailähnlichkeit achtet, daß es ihm gleich ist, ob Längs- oder Querstreifung vorliegt, zerstört die Annahme der Wespenmimikry. Diese Hypothese wollte ja nichts anderes als eben die Herausbildung der ganz feinen, verblüffenden Detailähnlichkeiten mit Wespen erklären, der Paradestücke. Daß eine Schwarz-Gelb-Zeichnung ganz allgemein in Variation so-

wohl in der Ordnung der Hymenopteren als auch der Dipteren als angestammtes Farbzeichnungselement vorhanden ist — um das verständlich zu machen bedarf es keiner Mimikryhypothese.

Betrachten wir den Fall mit den Augen des Unbefangenen, so sehen wir nichts als einen Käfigvogel, der täglich von seinem Herrn mit Mehlwürmern, Ameisenpuppen und ähnlichen unbedingt verläßlichen Dingen reichlich versorgt wird, der nebenbei auch eine Wespe oder anderes sehr gern nahm, der aber auf derlei Zugaben mißtrauisch verzichtete, als er einmal — als Folge seiner käfigvogelhaften Vertrauensseligkeit — von einem solchen Tier einen Stich erhielt. Wozu sollte er sich dem unnötig aussetzen, wenn er bekanntes, harmloses Futter genug erhielt? Er blieb von da ab für einige Zeit mißtrauisch. Daß dieses Mißtrauen mit schwarzgelber Wespenfärbung gar nichts zu tun hat, wird schlagend durch sein Verhalten gegen den weltberühmten Wespenmimetiker *Trochilium apiforme* erwiesen. Diesen Falter hat der Vogel sofort als solchen angesprochen und gefressen, sehr zum Erstaunen des Beobachters, der auf anderes vorbereitet war.

Damit ist erschöpft, was Steiniger zur Rettung des schwindenden Schattens der Wespenmimikryhypothese an Versuchsergebnissen vorführt. Ich überlasse dem Leser das Urteil darüber, ob es zur Wiederaufrichtung dieser Hypothese ausreicht.

Klar und eindeutig gegen diese Hypothese aber spricht das Ergebnis seiner Versuche mit dem erwähnten Hornissenschwärmer *Trochilium apiforme*. In jedem Lehrbuch wird dieser Falter als Paradestück der Wespenmimikry vorgeführt. Steiniger verfütterte 32 Stück davon an Rotkehlchen, Blaukehlchen, Singdrossel und Grauen Fliegenschnäpper und alle 32 wurden ohne weiters von den Vögeln verzehrt, gleichgültig, ob gleichzeitig Wespen angeboten wurden oder nicht. Steiniger sagt selbst: „Eine mimetische Wirkung der Wespenzeichnung von *Tr. apiforme* konnte also nicht festgestellt werden."

Wollen wir auf all diese Erfahrungen hin nicht doch auch die letzten, armseligen Reste der Hypothese von der Wespenmimikry fallen lassen? Sie sind wirklich nicht mehr aufrecht zu halten.

Im übrigen läßt sich dem Einzelfall des gestochenen Fliegenschnäppers ein anderer Einzelfall eines gestochenen Vogels gegenüberstellen, der klar das Gegenteil beweist.

Wilhelm Windecker[1]) ließ Hühnchen (Kücken) von Wespen in die Gegend des Schnabelgrundes stechen. Die gestochenen Hühnchen pickten nach wie vor nach den Wespen, zeigten keine Scheu vor diesen. Eines dieser Hühnchen wurde „in 9 Einzelversuchen an fünf aufeinanderfolgenden Tagen gestochen, ohne sich dadurch vom Anpicken abhalten zu lassen". Ja, nach einigen Tagen wurde es „ein leidenschaftlicher Wespen-

[1]) Zeitschr. f. Morphol. u. Ökol. der Tiere **35**, 1939, S. 132.

fresser. Manchmal fraß es 10 Wespen hintereinander und hatte noch Appetit auf mehr.“ Windecker setzte das Tierchen „in den Kasten, der das Wespennest enthielt, wobei es eine ziemliche Anzahl Stiche abbekam. Aber seine Neigung, Wespen zu fressen, blieb unvermindert“.

Es wäre zu wünschen, daß überall dort, wo der Fall des einmal gestochenen ängstlichen Käfigfliegenschnäppers erzählt wird, auch der dieses vielmals gestochenen Hühnchens vorgetragen würde. Dabei ist das Hühnchen gar kein Wildvogel und kein geborener Hymenopterenjäger, wie es die freilebenden Fliegenschnäpper sind.

Abschließend möchte ich noch einen kurzen, wertenden Blick auf andere, für die Fragen der Mimikry in Betracht kommende Disziplinen werfen. Wenn Steiniger meint, daß die Mimikryfrage nicht mehr als morphologisches Problem auftritt, sondern von dieser Seite her als gelöst zu betrachten ist, so stimme ich ihm restlos bei. War es mir doch vergönnt, an dieser Lösung mit eigener Arbeit teilzuhaben.

Wenn aber Steiniger meint, daß außer dem morphologisch gelösten Mimikryproblem nunmehr noch ein gesondert zu lösendes ökologisches Mimikryproblem dastehe, so muß ich diese Anschauung ablehnen. Erinnern wir uns nochmals an die Herkunft der Mimikryhypothese. Sie war bestimmt, das Entstehen der Ähnlichkeiten zu erklären. Der Weg hiezu war ein ökologischer: die Auslesehypothese. Nachdem dieser ökologische Weg versagt hat, nachdem das Entstehen der Ähnlichkeiten auf anderem Wege, dem morphologisch-stammesgeschichtlichen, restlos und befriedigend erklärt worden ist — und dieser Erklärung schließt sich auch Steiniger bedingungslos an — ist überhaupt kein Problem mehr da.

Die großen Werdefragen der Organismen sind versunken. Wenn sich auch eine Ähnlichkeit in einem seltenen Ausnahmefall einmal sekundär als nützlich wirksam erweisen sollte — es gibt keine Erscheinung, die nicht fallweise einmal nützlich sein könnte, — ein Entstehen oder auch nur ein Feinausfeilen der Ähnlichkeit wird nicht damit aufgeklärt. Wer solche Ausnahmefälle aufsuchen will, dem bleibt es unbenommen. Die Theorien von einst ruft er nicht damit zurück. Ein Problem, das — gleich der ursprünglichen Mimikryhypothese — die Wissenschaft aufwühlend beschäftigt, ist nicht mehr da.

Im übrigen glaube ich auch die Hypothese von der wissenschaftlich ökologischen Seite her in meinen Arbeiten endgültig widerlegt zu haben. Darüber mögen kommende Forschergenerationen entscheiden. Im Gegensatze zu Steiniger sehe ich auch für die Genetik hier kein entscheidendes Arbeitsfeld mehr. Sie kann die Tatsachen der Wiederkehr gewisser Form- und Farbzeichnungselemente in verschiedenen Organismenreihen, wie ich sie dargelegt habe, auf ihrem Arbeitsgebiete bestätigen, kann sie in ihre Terminologie fassen, mit ihren Erfahrungen belegen und aufklärend be-

leuchten. Das kann sehr wertvoll sein; eine tiefergehende, ursächliche Erklärung kann auch sie nicht geben.

Ebensowenig kann die Tierpsychologie noch irgend etwas entscheidendes Neues in Mimikrydingen beitragen. Sie ruht ja fast restlos auf dem Tierversuch, dessen bedingte Bedeutung für unser Thema ich in diesem Aufsatz aufgezeigt habe. Den wertvollsten, entscheidenden Beitrag hat uns die angewandte Zoologie mit ihren Freilanduntersuchungen der Tierernährung gegeben. Sie war — mittelbar — an der Problemlösung tätig. Das muß ihr gutgeschrieben werden.

Es ist heute nicht mehr angängig, sich anzustellen als wäre das Mimikryproblem noch da und müsse durch Disziplinen, die auch früher nur in losem Zusammenhang mit seinen eigentlichen, feldökologischen Kernfragen standen, erst gelöst werden. Es ist gelöst.

(From the Laboratory of General Biology of the Nencki's Institute of Experimental Biology. Warschau, Protectorate Poland)

Descriptions of new Genera and Species of the Family Trichogrammidae (Hym. Chalcidoidea) from the Palearctic Region, with notes — Supplement[1]

by

Świątosław Nowicki, Forest Engineer

(With 16 figures)

I give in this supplement descriptions of new forms taken by me during the years 1936—1939 in Poland, Southern France, Corsica, Bulgaria and Hungary. I was glad enough to examine another interesting collection of *Trichogrammidae* from the last named country, made by the late Biró. I express my thanks to Dr. J. Szabó-Patay of the Budapest Royal Natural History Museum for permission to study these insects as well as to my friend Dr. v. Szelényi of the Royal Research Institute of Plant Protection, who enabled me to make an excursion to the well preserved parts of the Hungarian „puszta" (Nagy Hortobágy).

I wanted to avoid the creation of new genera, since there are certainly too much genera in the family in question, but in two cases I could not include the discovered new species in any of the existing genera.

I. Subfamily Trichogramminae

Genus Ufens Girault

4. *Uf. similis* Kryg. subsp. *megaloptila* nov. ssp. ♀ 0,55 mm, forewing 0,65 mm. Differing from the original drawing of Kryger and from my specimens from Krzemieniec, Volhynia, and Ankara, Turkey in having very much longer wings, which are longer than the body (the contrary in the 2 last mentioned ♀♀) and in the shape of the forewing which is not oblate on the apical margin, as it is in the typical subspecies. Venation shorter, occupying 0,43 of the wing's length (0,48 in Volhynian ♀).

[1]) Continued from this periodical 1936, vol. XXIII, p. 148.

Longest fringe much longer, 7,5 times shorter than the width ($^1/_{15}-^1/_{16}$ in the mentioned ♀), and more than double than the hairs on the costo-apical part of the margin (nearly the same in the typical ♀), consisting of 110 hairs (150 in similis ♀). Venation of the hindwing a little shorter, occupying 0,43 (instead of 0,46) of the wing's length. Fringe a shade longer. Fore femora shorter, equal to the middle ones, hind ones longest, ratio 62 : 62 : 70 (instead of 78 : 70 : 75); fore and hind tibiae shorter too, ratio 60 : 105 : 97 (instead of 71 : 105 : 105); fore tarsi only $^1/_{14}$ longer than others (instead of about $^1/_{10}$ longer); middle joint not so much longer than the fore metatarsus; middle joint of the middle tarsi equal to the pretarsus; all pretarsi equal; ratio of the tarsi 75 : 70 : 70 (instead of 86 : 78 : 78); fore 29 : 30 : 26 (instead of 31 : 34 : 32), middle 30 : 26 : 26 (*similis* 34 : 29 : 27); hind 28 : 27 : 26 (30 : 30 : 29).

1 ♀ taken 3th June, 1938 on the window pane of the waggon of the Electric Railway Warschau-Grodzisk (abbr. „E. K. D." i. e. in the Polish language Elektryczne Koleje Dojazdowe).

I am not sure whether a ♂ from Hungary (Csepel, July 7th, 1908, Biró) belongs here. It lacks antennae. Legs save coxae pale greyish yellow. This is the first European ♂ having complete forewings. They differ somewhat from these of the Turkish ♂ from Ankara.

♂ Ankara, May 29th. 1934	♂ Csepel, July 7th, 1908
forewing 105 × 57	103 × 54
venation 50	54
marginal fringe 5	4
marginal fringe containing 131 hairs	132
oblique line under the radius containing 4 hairs	9
submarginal hairs not overlapping the margin of the blade	extremely long, reaching far beyond the margin and intermixing with the fringe
hindwing 85 × 8	85 × 8
longest fringe 11	10
costal hairs 24	31
anal hairs 27	32

5. *Uf. dilativena* nov. spec. Female 0,7 mm (Fig. 1 and 2).

Body and lower occiput black, vertex and upper occiput yolky yellow, frons becoming black toward the mouth; frontal orbita and the border of the supraclypeal plate yellow, the yellow border of the latter just surrounding the toruli from above. Eyes and ocelli intense pink. Scape and radicula black, the former with the apical quarter pale yellow, as well as the flagellum; on the latter bases of pedicel, 1 st funicle joint and the club, as well as the entire ring joints are embrowned. Mesopostscutellum sordid yellow, of the same color as are the parapsidal furrows and petiolar membran. Propodeon black with a narrov pale spot in the middle. Wings hyaline, venation brownish, the front margin of prestigma and the

radial petiole somewhat, the fracture much lighter. Valves of the ovipositor yellowish from above. Legs black marked with pale yellow. Femora black with pale knees, tibiae and tarsi pale yellow, $^2/_3$ of the hind tibia faint ring occupying $^1/_2$ of the fore one, and $^1/_3$ of the middle one at their bases dusky; fore tarsus suffused with dusky, apical joints of all tarsi dusky, pulvilli and claws darker.

Head rather short antero-posteriorly, more than $^1/_3$ broader than high, cheeks a little more convex and prominent than the vertex, eyes occupying $^1/_2$ of the height and situated symmetrically between the occipital margin and the mouth border, convex, prominent, $^1/_4$ longer than the cheeks, hairy. Frontal orbits slightly concave and convergent toward the mouth. Clypeus trapezoidal, the anterior margin slightly prominent in the middle and emarginated. Antennae inserted just below the half of the height, thrice farther from the orbit than from each other, apex of the scape covering the anterior ocellus. Ocelli in a curved line, the lateral ones distant from the front one entire diameter, the double from the orbit.

Scape rather narrow, over thrice as long as thick, the ventral side basally swollen, pedicel short, yet over half the lenght of the scape (4 : 7), thick (3 : 4), apically narrowed, 1st ring joint as broad as the pedicel at the apex, 2nd one thinner and narrower, tightly applied to the base of the 1st funicle joint. Both funicle joints broader than any antennal joint, the basal about a half the lenght of the distal, a shade longer than $1^1/_2$ of the pedicel and shorter than a half of the club (37 : 78). The 1st joint with 2 linear sensoria, the 2nd with 5, partly strongly bent. Club nearly $1^1/_2$ times longer than the rest of the flagellum, basal joint subcylindrical, the middle one somewhat swollen, especially dorsally, shortest, the apical joint longest, subcylindrical, with a constriction at the base, apically conical. Margins of the middle joint strongly sinuous, linear sensoria 4, 2, 3. Each funicle joint bears a stiff, brown dorsal bristle, funicles and the basal club joint have on the ventral side some small, baseless hairs. Mushroom-like sensoria, hyaline long bristles and preapical dorsal small hairs are present (Fig. 1).

Fig. 1. *Ufens dilaticena* nov. spec. type, ♀ antenna

Jaws: right 3-dentate, with a slightly indicated 4th tooth, left one more pronouncedly 4-dentate. Maxillary palpi over twice as long as broad, a little tapering, the apical seta more than $^1/_4$ longer of it, the subapical one shorter than the joint itself.

Thorax robust, a shade shorter than the abdomen, prescutum as long as broad, with 4 bristles, the anterior pair very near to the anterior margin, less than $^1/_4$ of the width from the anterior angle, the hind pair $^2/_7$ from the hind border, $^1/_4$ from the parapsidal furrow. Scutellum $^4/_7$ of the former, convex, placoid sensoria just behind the middle, distant from each other $^{11}/_{16}$ of the length; bristles a little more distant, placed nearly symmetrically between the sensoria and fore and hind border respectively. Scultpure of the mesonotum — a delicate longitudinal striation, concentrically bent around the bases of bristles.

Postcutellum and propodeon without pronounced sculpture, the base of abdomen in the middle with convergent and crossing wrinkles.

Forewing (Fig. 2) strongly pyriform and with an oblate apical margin, $^{51}/_{37}$ times longer than wide, venation reaching just beyond the middle, Sc as long as prestigma and the marginal vein combined, prestigma longer than the costal margin of the marginal vein, but much slenderer than it, the latter very thick (2 : 3) and distinctly widened distad. Radius not quite double of the marginal, with a slender neck and a knob with rather sharp angles. Costal cell very much widened distad, as wide as the broadest part of the marginal vein, with a submedial bristle, then with 8—10 costal and 3 subcostal hairs in the apical part. Basal cell with 4—6 dorsal hairs in a row and a small ventral one. Oblique line of discal hairs consisting of 10—11 hairs (including the hair on the proximal corner of the knob), submarginal cilia small, dense, marginal cilia short ($^1/_{37}$ of the greatest wings width), barely longer on the anal edge than elsewhere. Discal ciliation nearly all in regular lines, save following exceptions, viz. near the margin between the 3rd line counted from the „uncus row" (Rs) and the third one counted from the „knob row" (rcu_3); then in the same position between the 3rd row from the knob row anad and the 3rd row from the „cubitus line" (Cu_1)[1]) cephalad. In all there are 23 lines across the greatest width (submarginal excluded). Hind wing rather

Fig. 2. *Ufens dilatirena* nov. spec. type ♀ wings

[1]) Names of parts of venation taken from my study on the morphology of Hymenopterous wing vein in MSS.

broad, 7,5 times as long as broad, venation not reaching to the half length (41 : 89), longest anal cilia not quite $^2/_3$ of the greatest width (17 : 31); the cilia are developed on the entire anal margin, though in the basal part only as very small pustulae; there are in all 50 anal and 42 costal ciliae. The latter begin some distance from the venation. Discal ciliation in 3 very regular rows and besides there are 3 isolated hairs anad of the middle of the distal part of the venation. The costal row is situated in $^1/_5$ from the margin and begins a short distance from the venation (24 hairs), the median one lies costad from the median line (26 hairs), the anal one is distant $^1/_3$ from the margin (23 hairs); both latter begin opposite to the basal part of the apical thickened part of the venation.

Fore femora longest, about $^1/_4$ longer of remaining ones which are equal. Fore tibia $^1/_{12}$ shorter of the latter. Middle tibia longest, more than a half longer than the hind and middle femora, hind tibiae $^1/_{18}$ shorter than the middle ones. Fore tibial spur $^1/_3$ of the fore metatarsus which is equal to the middle tibial spur; the hind tibial spur over half of the middle one (5 : 9). Middle tarsi longest, the hind ones a little longer than the fore ones (28 : 34 : 29). Hind and middle metatarsi equal, $^1/_{10}$ longer than the fore one. Middle joints of fore and hind tarsi equal, $^1/_5$ longer than the hind metatarsus. Middle joint of middle tarsi equal to the apical one and to the fore metatarsus. Apical joints of the fore and hind tarsi equal, $^1/_{11}$ longer than the hind and middle metatarsi, but $^1/_{12}$ shorter than middle joints of the same.

Propodeal spiracle round, large, situated just in the middle, with 3 hairs behind it. Abdomen oval, sides in the basal part parallel, ovipositor measuring $^{39}/_{54}$ of the abdomen's length, nearly entirely hidden, the valvae protruding for $^1/_{16}$ of the same length.

♂ 5,5 mm. Thorax brown with a yolky yellow postscutellum. Tarsi entirely pale, only claws and pulvilli dusky. The antennal club is about thrice as long as the funicle. Forewing narrower than in ♀ (1 : 1,6) venation reaching farther beyond the middle (28 : 51), basal cell with only 4 hairs, longest fringe $^1/_{16}$ of the greatest width, at least twice as long as the shortest hairs. Discal hairs in regular lines almost without exception, only with some isolated hairs standing between the lines near to the margin. There are 20—21 lines across the greatest width. Hindwing 6,6 times as long as wide, longest anal fringe measuring $^2/_3$ of the width, consisting of 42 hairs; 30 hairs on the costal margin.

Fore femora only $^1/_6$ longer than the middle ones, fore tibiae equal to the latter; hind tibia longest, a shade ($^3/_{80}$) longer than the middle one; fore tibial spur distinctly longer than $^1/_3$ of the metatarsus which is $^1/_4$ longer than the middle tibial spur; hind tibial spur $^1/_5$ of the middle one; fore tarsi longest, a shade ($^1/_{35}$) longer than the fore femora which are equal to the hind tarsi; middle tarsi shortest, $^1/_{13}$ shorter than the hind ones; fore and hind metatarsi equal to the middle and terminal joints of

the middle tarsi, which are equal to each other; middle and terminal joints of the fore tarsi are $^1/_{13}$ longer than the fore metatarsus, equal to the terminal joint of the hind tarsi; the middle joint of the hind tarsi is the longest one, half as long as the fore tibia and $^1/_{15}$ longer than the corresponding terminal joint. Abdomen exactly as long as the thorax.

1 ♂ taken by sweeping macchia, flowers on the railway station and weeds along the railway at Shumet, near Dubrovnik, Dalmatia (estuary of Ombla river), 19th July, 1937. 2 females taken in Bulgaria in September 1938, viz. one at Varna, the 20th, the second at Yenina (Kazanlyk), the 25th, in both occasions by beating Chalcids from tree vegetetion into an umbrella. At Varna I collected from rests of srub between vineyards on the southem slope of the chain of hills protecting the valley, while at Yenina the spot lies some hundred meters high on the wooded southern slope of the Old Balcan chain (Stara Planina).

The species is unique in the broadened marginal vein. In my table of *Ufens* it runs together with *Uf. flavipes* Gir. into the section with not striped abdomen and with a short marginal vein, differing from *flavipes* in having this vein widened, and in having dark femora, as well as in bearing shorter anal cilia on the hind wing. It differs well from both known European species: in the female sex from *Uf. försteri* Kryg. by hidden ovipositor and from *Uf. similis* Kryg. by regular discal ciliation of fore wing. ♂ has a much more elongated antennal club than both mentioned species.

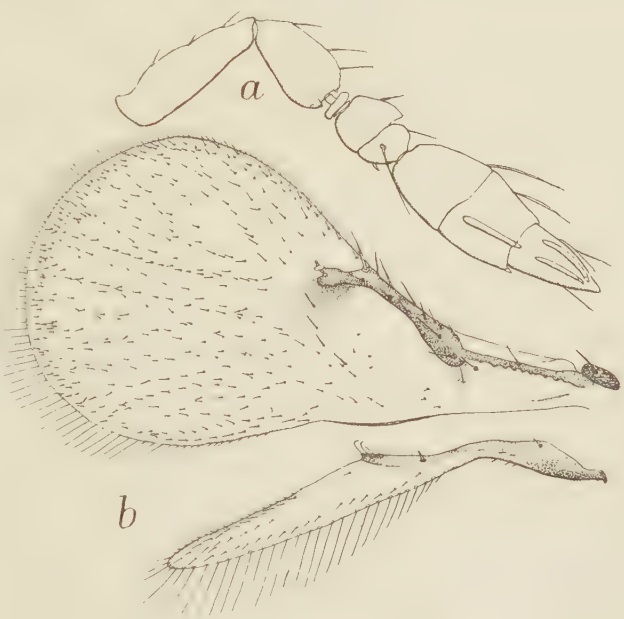


Fig. 3. *Ufens tenuinervis* nov. spec. type ♀. a antenna, b wings

6. *Uf. tenuinervis* nov. spec. Female, about 0,6—0,7 mm. (Fig. 3).

Body brownish or olive yellow, with some dark markings on the thoracal notum and with dark stripes on the abdominal segments, eyes pink, legs yellow (probably with darker femora). Forewing hyaline with a moderate subradial spot.

Antennal scape a little tapering, about 4 times longer than wide, not twice the length of the pedicel; funicle joints forming a subglobose complex shorter than the pedicel and somewhat longer than wide, the 1st of them not quite double of the 2nd; club nearly $^1/_2$ longer than the scape and about $^1/_4$ longer than the rest of the flagellum, thicker than any of the joints, regularly conic ovate, the 3 joints nearly equal in length (Fig. 3a). Maxillary palpi 1-jointed.

Forewing (Fig. 3b) not broadened as it is in many species of *Ufens*, its shape like that often found among the family (e. g. in *Trichogramma* Westw., *Lathromeris* Först., *Centrobia* Först. and *Monorthochaeta* Blood), venation reaching beyond the half of the wing's length, marginal vein slender and long, about 7 times longer than broad, longer than the radius, which is slender too; its knob is slightly thicker than the stalk, rounded, remembering that of *Monorthochaeta galatica*. Submarginal row of ciliae complete, yet some distance from the margin, oblique line of discal ciliation of 5 hairs, sparse. The discal ciliation not without regularity, some lines regular, viz. the uncus line and 2 more lines caudad, knob line and 2 lines caudad of it, as well as 2—3 lines in the region of the spurius line. Hind wing with the venation reaching beyond the middle, with 3 lines of discal cilia. Marginal cilia of forewing about $^1/_7$ of the greatest width, of the hind ones — $1^1/_4$ of the width.

Abdomen with an exserted ovipositor for $^1/_7$—$^1/_6$ of its length.

A female taken at Le Rouret, French Riviera in the 2nd half of July, 1935 by sweeping floor of a wood. Unfortunately the holotype was lost after the drawing were made, yet before the description of colour and measurements were ready. This species differs very much from any known species of the genus in the slender marginal vein. It aproaches in the wing shape and venation the genus *Monorthochaeta* Blood.

Genus Monorthochaeta Blood

After having examined specimens of the genotype *M. nigra* Blood through the kindness of the Deutsches Entomologisches Institut, Berlin-Dahlem, I become inclined to the opinion that it can form a subgenus of *Ufens* Gir. (together with *Ufensia* Gir.). In the case of a definite incorporation of the species of *Monorthochaeta* into *Ufens*, *nigra* Blood 1923 needs a new name because of preoccupation by *niger* Ashm. 1888.

As we shall see later *M. galatica* Now. has a winged male with antennae rather like its female, so we can consider the apterous male of the genotype, having a 2-jointed antennal club as an abnormal case. If we compare the winged male of *M. galatica* Now. with the males of *Ufens* Gir., we see the difference in the number of the club joints i. e. 3 in the former and 4 in the latter. This is the only essential difference between these two genera. In the female sex no such differential character can be seen.

1. *M. nigra* Blood, Genotype. This species is probably inhabiting the highest known locality among all members of the family. I took a female August 7th, 1937 on the slope of the mountain above the Laghi Lunghi (between La Miniera and the Col d'Arpeto) at the height of about 2300 m in the Italian Maritime Alps.

2. *M. galatica* Now. This species is another example of a wide geographical distribution of *Trichogrammidae*. I found a male of this species from Hungary and caught 4 females at Warsaw. This specimens as well as the examination of *M. nigra* Blood permits me to give a completed description of this Euro-Asiatic insect.

Some distinctive characters of European species of *Monorthochaeta* Blood

	M. nigra Blood. ♀	*M. galatica* Now.	
	Cotype, leg. Blood, Kings Weston Downs, July 6th, 1924 (coll. Deutsch. Entom. Inst. Berlin-Dahlem)	♀ Holotype, Ankara, May 29, 1934	♂ ssp. obscuripes Budapest-Hüvösvölgy 4th July, 1929
Ratio of the length and width of the forewing	2.438	2,001	2,18
Ratio of the width of the forewing and the longest marginal fringe	9.88	13,88	3,8
Number of marginal ciliae:			
on the forewing	116	104	71
on the hindwing costal	29	21	21
on the hindwing anal	41	28	27
Median triangle of the propodeon	distinct, almost equilateral	hardly visible, very obtusely angled	
Ratio of the middle tibiae and femora	1,65	1,14	1,41
dtto of fore tibia and tarsus	1,01	1,2	0,80
dtto of hind tibia and tarsus	1,13	1,3	1,25
dtto of fore metatarsus and the next joint	1.53	1,1	1,0
ratio of the hind metatarsus and the next joint	2,0	1,2	1,0
	♀ from Laghi Lunghi, Maritime Alps		
Ovipositor	occupying the entire lenght of the abdomen	occupying a half	
Ovipositor	extruded for $^1/_{10}$ of the abdomen's length	ovipositor concealed	

3. *M. galatica* Now. subsp. *obscuripes* nov. ssp. ♀ 0,75 mm.

The European subspecies has darker legs than the typical one, i. e. fore tibiae are brownish, lighter apicad, instead of entirely honey yellow; bases of tibiae and tips of fore femora are narrowly contrasting whitish in both forms; only $^1/_4$ of hind and middle tibiae honey yellew.

The part of the radial knob anad of the uncus variable, i. e. more or less developed, approaching the type or *nigra*.

Marginal ciliae of forewing less numerous: 84 (instead of 104), as well as anal ciliae of hindwing: 28 (32 in the type). Ratio of middle and fore tibiae 1,47 (instead of 1,36), fore tarsus $^1/_7$ longer than the fore tibia (instead of $^1/_{21}$), joints of the fore tarsi equal to each other (intstead of the metatarsus $^1/_8$ longer than each of the remaining joints). Joints of the middle tarsi shortened distad as 33 : 28 : 25, similarly as it is in the hind tarsus, each a shade shorter than the corresponding joints of the latter.

♂ (see also figures in the table above). 0,7 mm (Fig. 4).

Fullwinged, venation of the forewing (Fig. 4b) reaching till to 0,51 of the length; longest fringe 3,8 times shorter, than the greatest width: hindwing a shade more than 10 times longer than wide. Ratio of femora: 28 : 22 : 24, of tibiae 25 : 32 : 40. Tarsi about equal, the fore ones $^1/_{31}$ shorter than the remaining ones which are exactly equal to each

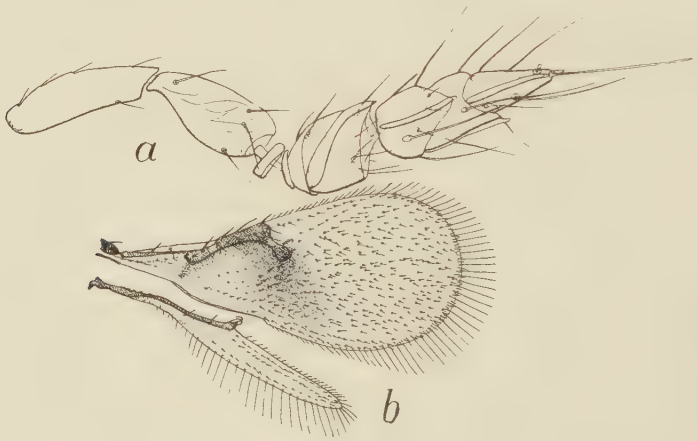


Fig. 4. *Monorthochaeta galatica* Now. ssp. *obscuripes* n. ssp. macropterous ♂.
a antenna, b wings

other. Joints of the fore tarsus equal to each other; pretarsi of remaining tarsi $^1/_{11}$ longer than each of the remaining joints which are equal and equal to the respective joints of the fore tarsus. Tibial spur of the foreleg equal to $^4/_{11}$ of the metatarsus, that of the midleg to $^7/_{11}$, and that of the hindleg to $^6/_{11}$.

Antennae (Fig. 4a) having a similar formula to that of the ♀ : 9-jointed, viz. with 2 ring- and 2 funicle joints and a 3-jointed club. Radi-

cula $^{11}/_{37}$ of the scape's length, the latter barely more than thrice longer than wide, less than $^1/_4$ longer than the pedicel which is $^1/_4$ thicker than the scape. Both funicle joints closely applied to each other, measuring a shade less than $^4/_5$ of the pedicel's length, but a half thicker than the latter. The basal funicle joint cup-shaped, decidedly shorter, measuring only $^1/_4$ of the distal one which is cylindrical. Club comparatively much shorter than in ♀, a little than 1,5 of the pedicel and not quite $^1/_4$ longer than the scape, conically ovate, apical border of the basal joint angularly prominent and invading the 2nd joint whose apical margin shows a double excavation. A very long, slender seta on the apex, measuring more than $^3/_4$ of the club's length.

4 ♀ taken at Warsaw on the window-panes of the Electric Railway (Grodzisk) 1 ♀—2nd, 3 ♀—17. July 1938 respectively; 1 ♂ found in the Biró collection in the Museum of Budapest, labelled „Budapest, Hüvösvölgy VII. 4. 1929. Biró".

Genus Szelényia nov. gen.

This new genus has an antennal formula like *Abbella* Gir. and *Ittys* Gir. differing from both by exserted ovipositor in the female sex, and from the former genus by the not sessile radius of forewing. The transverse funicle joints distinguish it from *Ittys* and *Neobrachistella* Gir. The maxillary palpi of both latter genera are not described. Species of *Abbella* known to me have these organs 1-jointed, while in our new genus they are distinctly 2-jointed. The shape of marginal vein is striking since it represents a passage from the straight type to the bent one still more advanced than e. g. the genera *Trachocera* Bl. and Kryg. or *Pterandrophysalis* Now. We see here the proximal angle of the costal margin of the marginal vein entirely disappeared and rounded. The distal angle is still present, but its part lying outside from the line forming the continuation basad of the radial petiole is much paler than this petiole itself.

The genus is dedicated to my friend Dr. Gusztav v. Szelényi of Budapest.

Genotype: *Szelényia tamaricis* nov. spec.

Sz. tamaricis nov. spec. Female 0,8 mm. (Fig. 5a.)

Dusky black with yolky yellow face and vertex, scape basally and apically as well as both funicle joints yellow, eyes pink. The posterior $^1/_4$ of the prescutum and the scutellum except 2 greyish spots around the placoid sensoria—yellow. The abdominal tip yellow too. Subcostal vein, prestigma and radial knob greyish, fracture and radial petiole paler, marginal vein pale yellow. Membran caudad of the venation clouded. Trochanters and tips of femora broadly pale yellow, as well as the tibiae; the hind ones nearly entirely so, the middle a little dusky at base, the fore ones more so. Apical tarsal joint dusky.

Eyes not prominent, antennae inserted in the lower ocular line, somewhat beneath the middle of the face. Jaws distinctly 3-dentate, clypeus transverse, band-like; maxillary palpus 2-jointed (Fig. 5c), basal joint not longer than the apical one, yet thicker, half as thick as long, the apical one somewhat tapering, $^1/_3$ as thick as long; 3 setae nearly apical in position, the longest a half longer, the smaller one shorter, than the joint's length. On the apex there is a short stylet, $^2/_5$ of the same length.

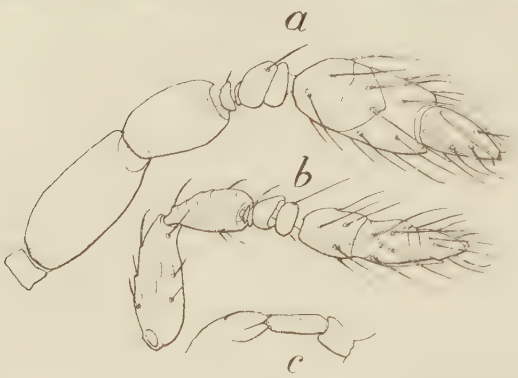


Fig. 5. *Szelényia* nov. gen. *tamaricis* nov. spec. types. a ♀ antenna, b ♂ antenna, c ♀ maxillary palpus

Antennal scape a shade over thrice as long as thick, a little spindel shaped, pedicel $^3/_5$ of the scape's length, has the same width, the 1st ring joint rather large, $^1/_{12}$ of the pedicel's length, 2nd closely applied to the base of the 1st funicle joint which is about $^1/_5$ of the pedicel, and $^1/_3$ longer than the 2nd. Both funicle joints transverse, together shorter than the $^1/_2$ of the pedicel, like those of *Abbella* Gir. Club cylindrically ovate, $^1/_3$ longer than the rest of flagellum, more than $^1/_2$ longer than the scape, basal joint shortest, apex with a small seta, borders of the joints bent (Fig. 5a).

Thorax with propodeon shorter than the abdomen as 55 : 78, prescutum wider than long (27 : 30), scutellum $^2/_3$ as long as the latter, both with 4 setae; prescutal anterior pair before the middle ($^{33}/_{78}$), the posterior pair very near to the hind border ($^1/_{10}$ of the length) both pairs distant nearly $^1/_4$ of the length from the parapsidal furrow. Placoid sensoria in the middle of the scutellum more approximated to each other than the posterior prescutal bristles, anterior scutellar bristles near to the border ($^1/_5$), more approximate than the placoid sensoria, the hind pair a little more distant from the border than the fore pair, about so far distant from each other as the prescutal posterior pair. Sculpture of the prescutum — a rather equilateral net, becoming transverse anteriorly, longitudinal in the middle line and oblique on the side and posterior parts. Scutellar sculpture — a decidedly transverse net, longitudinal on the axillulae. Parapside with 1, axillae with 2 hairs. Metanotum and propodeon without middle triangles, the latter's spiracle moderate, round, before the middle. Side callus with many hairs.

Abdomen, broadly cylindicovate, mesophragma not reaching to the half of the length, ovipositor occupying $^7/_8$ of the length, the exerted part more than a quarter of the abdomen's length. Hypopygium with a short

prominent tongue wich is split on the tip, reaching to $^2/_3$ of the abdomen's length.

Forewing somewhat similar to that of *Ufens* Gir. in the shape, apically a little oblately truncate; the width a shade less than a half of the length, venation nearly as long as the width. Costal cell distinctly broadened apically through the bending of the prestigma caudad, apically with a row of 8 hairs. Prestigma thickened, with a distinct anal angle and with a spur (mcu & Cu_1). Basal cell with 2 hairs. The marginal vein hardly developed, less than a half of the prestigma, slender. Radius double of the marginal vein, neck slender, knob wide with rounded yet indicated angles which bear no hairs. Submarginal cilia dense, near to the margin, oblique line of discal cilia distinct, sparse, formed by 4 hairs. A wide space around the radial knob nacked. Discal ciliation dense, irregular, traces of regularity can be seen on the uncus line, knob line and spurius line. Altogether 23 lines in the greatest width, longest marginal cilia $^1/_{10}$ of it, consisting of 131 hairs. Hind wing 9 times as long as broad, venation reaching till to $^{47}/_{81}$, cilia $^2/_9$ longer than the greatest width, about 30 anal, and 23 costal ones. There are 4 irregular lines of discal hairs.

Hind femora longest and thickest (1 : 3), $^1/_7$ longer than the fore ones which are a shade longer than the middle ones; apical setae powerful, especially on the fore ones ($^1/_5$ of the length), the remaining $^1/_4$ shorter. Also hind tibiae longest, the middle ones $^1/_{11}$ shorter, the fore ones shortest. $^{79}/_{114}$ of the hind ones, a shade shorter than the hind femora. Hind and middle tibial spur equal, not quite double of the fore one, hind one $^{18}/_{114}$ of the tibia's length. Middle tarsi longest, a little ($^{75}/_{79}$) shorter than the fore tibia, ratio of — the tarsi 60 : 75 : 71. Metatarsi everywhere the shortest joints, pretarsi — longest. Fore metatarsus shortest of all joints, the middle one longest of metatarsi, ratio of metatarsi 17 : 25 : 22, middle joints 20 : 29 : 27, terminal ones 28 : 30 : 31.

Fig. 6. *Szelényia* nov. gen. *tamaricis* nov. spec. type ♂ wings

Male: 0,65 mm Forewing (Fig. 6) a little more oblately truncate at apex, marginal vein more bent, discal ciliation denser, consisting of 25—26 longitudinal lines in the greatest width, marginal fringe comparatively shorter, $^1/_{11}$ of the latter, yet longer on the costal part of the margin than in ♀. Antennae (Fig. 5b) having the same formula as in female,

pedicel longer ($^7/_{10}$ of the scape) distinctly obliquely lined, club shorter ($^6/_5$ of the scape) and slenderer, as wide as the scape, the apical joint much shortened. Abdomen nearly round, shorter than the thorax. Hind femora still longer than the fore ones (85 : 69). Fore tibiae not so much shorter than the hind ones (89 : 108). Middle tarsi equal to the hind ones, the middle joint of the middle ones shorter than that of the hind ones (24 : 26).

One ♀ taken on *Tamarix* at Salins d'Hyères, French Riviera, July 7th, then a series July 13th on the same plant in the valley of Rizzanese river 5 km west from Sartena (3 ♀, 1 ♂-type), and 1 ♀ by sweeping grass near *Tamarix* at Furiani (Bastia) on the shore of the Étang de Biguglia, July 18th, 1935, both latter localities in Corsica.

Genus Abbella Girault

1. *Ab. zabińskii* Now. the male remains unknown; that mentioned on p. 124 in the 2nd part of this publication does not belong here but to *Ab. monotricha* nov. spec. described below. (See „corrections" at the end of this paper and the geographical distribution of the next species.)

2. *Abbella zabińskii* Now. ssp. *aspilogastra* n. ssp. Female, 0,8 mm.

Similar to the type subspecies, differing in coloration, i. e. body is uniformly yellow with very much reduced dusky markings on the pleurae and abdomen. Pronotal and head horizontal lines contrasting but narrow. Also femora and tibia are concolorous with the body, not darker. On the contrary entire tarsi are brownish, metatarsi included, which are not lighter than the rest of the region. Subradial spot narrower and darker.

Differences in leg-joints dimensions: fore tibia shorter than the middle femora; middle tarsi considerably (67 : 60) longer than the fore femora; all joints of fore tarsi equal to each other; middle joint of the hind ones shorter than the hind metatarsus, the latter equal to the terminal joint; the pretarsi not equal in all legs, i. e. gradually shortened in the order II, III, I (24, 23, 22). Middle tibial spur about $^1/_3$ (not $^2/_5$ as in the type; see errata!) of the respective metatarsus; hind tibial spur over $^1/_2$ (not $^4/_5$ as in the type) of the corresponding metatarsus.

Venation reaching beyond the halfway to the apex (54 : 104). Longest marginal cilia shorter compared with the greatest wing width (4 : 21), 79 in number, 35 anal cilia on the hindwing. Discal ciliation of the forewing sparser, hairs between the anal submarginal row and the cubital line as well as between the spurius-line and the knob-row sparse and obsolete. The discal ciliation is surrounded by a more distinct nacked zone that separates it from the submarginal row.

Male not seen.

A female taken at Le Rouret, Alpes Maritimes, French Riviera in the middle of August, 1936.

3. *Ab. monotricha* nov. spec. Female 0,8 mm.

Belongs to the group of *subflava* Gir. and is very much allied to *zabińskii* from which it differs in being of much more saturated yellow color. Underside and legs slightly but distinctly dusky. Knees and tips of tibiae pale. Tarsi entirely brown. Abdomen bears just before the tip 2 narrow blackish cross-stripes. Scape dusky, except apical $^1/_4$, pedicel and club nearly entirely uniformly dusky brown, the latter except on sutures.

Body of a slenderer built, abdomen not quite double the length of the thorax (45 : 84). Venation of the forewing not reaching halfway to the apex (65 : 137), marginal fringes shorter, measuring 1 : 5,5 of the greatest width, 106 in number. In most females a rudiment of the oblique line of discal cilia is present, i. e. a large seta placed within or distally of the subradial spot, somewhat costad of the median line of the wing. Discal ciliation appearing denser through the better development of the hairs of the ventral surface as well as through the density and greater length of the hairs on the distal part of the dorsal surface. Anal fringe of hind wing not quite double of the wing's width (15 : 8) a half longer than that of the forewing; anal 34, costal 26. Middle metatarsus much longer than the corresponding pretarsus (36 : 29), fore and hind metatarsus not equal in length, the hind one longer (29 : 26). Metatarsi are longest joints only in middle tarsi, in remaining tarsi they are the shortest joints. Middle joint of the fore tarsi about $^1/_7$ longer than the fore metatarsus. Middle tibial spur less than a half, the hind one subequal to the half of metatarsi respectively. Ratio of tarsal joints: fore 26 : 30 : 30; middle 36 : 31 : 29; hind 29 : 30 : 32.

Male: 0,7 mm. Abdomen brownish, blackish toward the apex, club only a shade longer than the remaining flagellum, no contrasting color; forewing narrower, nearly thrice as long as broad (125 : 47), marginal cilia longer than $^1/_4$ of the width (13 : 47), 73 in number, lines of discal hairs more scattered, the hairs on the ventral surface rudimentary. 5 short setae near the retinaculum, oblique line consisting of 2 hairs, i. e. there is a smaller one placed more anad from the hair described in ♀. Anal cilia of the hindwing nearly thrice the greatest width, a little ($^1/_{13}$) longer than that of the forewing, 24 costally, 30 anally. Fore tibia longer compared with the remaining tibiae (I : II : III—58 : 90 : 97). Middle tarsi much longer than the fore femora (93 : 70). Pretarsi not equal, ratio 27 : 32 : 30, middle joints and pretarsi of fore and middle legs equal to each other (27 in former, 32 in latter). Metatarsi everywhere the longest joints. Middle metatarsus longer than the corresponding pretarsus (36 : 32). Hind metatarsus only a little shorter than the middle one (ratio of metatarsi: 30 : 36 : 35). Middle joints of all tarsi shorter than their respective metatarsi: (ratio of middle joints 27 : 32 : 33). Hind pretarsus equal to the fore metatarsus, $^1/_{10}$ shorter than the corresponding middle joint, the

hind tibial spur not much more than $^1/_3$ of the hind metatarsus (13 : 35). Abdomen much shorter than in the ♀, only $^1/_4$ longer than the thorax

2 ♀ and 1 ♂ from Wola Turowska (distr. Grójec, voiev. Warsaw). taken June 22th, 1935 mentioned in the original description of *Ab. zabińskii* Now. belong here, then 1 ♀ taken on the window panes of the Electric Railway „E. K. D." in Warsaw September 19th. 1937, 1 ♀ 22th. 1938 and 1 ♀ July 2nd, 1938. The first of the ♀♀ (from 1937) lacks the seta indicating the oblique line on the forewing. Both ♀♀ from 1938 are type and paratype respectively.

It is remarkable, that *Ab. zabińskii* is also not rare in the waggons of „E. K. D.". In 1938 I took 13 ♀♀ during the summer and some in 1939.

4. *Ab. masovica* nov. spec. ♀ 0,8—0,9 mm. (Fig. 7.)

Body dusky brownish, vertex, mesonotum, postscutellum and the middle part of propodeum golden yellow. Abdomen with 2 indistinct golden yellow stripes i. e. at the apical border of 3rd and 5th tergites of the gaster, and with a concolorous apex. Eyes bright pink, lower face and occiput as well as pronotum blackish. Prescutum anteriorly a little darker. Funicle apparently pale. Legs dusky blackish with pale yellow knees, bases of tibiæ darker than the tips of femora, tarsi still darker toward the tips. Marginal vein and radius of the forewing sulphur yellow. Subradial spot not sharply limited save distally, reaching till to the median line of the wing and broadened farther into a faint cloud till to the anal margin; it reaches distad till to the 7—8th marginal cilia; the area under the venation entirely indistinctly clouded. Scape not quite 4 times as long as wide (43 : 12), pedicel nearly $^2/_3$ of its length. $^1/_6$ thicker than the scape, 1st ring joint $^1/_4$ the length of the pedicel. not quite thrice as wide as long, 2nd annellus shorter than $^1/_2$ of the former, and $^1/_3$ narrower. Funicle half as long as the pedicel, $^2/_3$ as wide as the latter; basal ring joint shorter than the distal one as 7 : 9. Club nearly $^1/_3$ longer than the scape and nearly a half longer than the

Fig. 7. *Abhella masovica* nov. spec. type ♀. a wings, b antenna

rest of flagellum, the apical joint longest, middle one shortest, ratio: 20 : 17 : 26. Apical $^1/_3$ of the scape and pedicel with a distinct transverse lineolation, dark stiff setae on the dorsal side of the pedicel and of the basal funicle joint powerful. Distal funicle with hyaline short baseless bristles on the ventral side. Club abundantly provided with such setae on the ventral surface; basal and middle joint bearing each a stiff dark seta dorsally; long straight hyaline setae present on the club. The basal suture is interrupted on the outer surface and crossed by a linear sensorium. They are placed (1), 3, 5 (Fig. 7b).

Prescutum broader than long as 6 : 5, anterior bristle behind $^1/_3$, near to the outer border, the hind one in $^2/_3$, opposite to the posterior angle or more inward. The anterior scutellar pair thin, behind $^1/_3$, a shade nearer to each other, than the posterior prescutal pair; the posterior pair in $^3/_4$, much nearer to each other than the anterior pair, equally powerful as the prescutal bristles, placoid sensoria nearer than the posterior bristles, just in the middle. Scutellum $^2/_3$ as long as prescutum, sculpture on both — a longitudinal reticulation, becoming a lineolation in the median line. Propodeum with a median triangle, which is thrice as long as the postscutellum. Propodeal spiracle round, 1 diameter from the front border, 1 hair behind and 2 in front of it.

Forewing (Fig. 7a) longer than twice as long as wide (138 : 63), venation reaching exactly halfway to the apex. Subcosta $1^2/_3$ as long as prestigma, which is $^1/_5$ shorter than the marginal vein including rudiment of the postmarginal vein, radius $^2/_3$ of the prestigma and a half of the marginal; prestigma $^1/_4$ thicker than the marginal vein, which is $^1/_6$ as thick as long. The rudiment of the postmarginal vein $^1/_4$ of the radius. Radial neck rather slender, a half of the width of the knob. Marginal (and postmarginal) veins width 3 costal long and strong bristles, longest marginal fringe $^1/_9$ of the greatest width, not notably shorter on the apical border, about 127 in number. Discal hairs dense, about 23—25 lines, not separated by a nacked zone from the submarginal row, regular lines disappearing within the irregular ones, discal hairs of the ventral surface dense, as long as the dorsal ones in the costal third of the wing, small in the remaining part; they form a regular line parallel to the uncus row, i. e. Rs. (anad of it), the latter as well as the knob row (rcu_3) separated on the dorsal surface by a nacked longitudinal stripe from the irregular hairs lying anad; the cubital row (Cu_I) separated both costad and anad. The oblique line is indicated by a large seta anad of the radial knob and a quite small rudiment of a 2nd seta anad of it. Costal cell with a large hair on the ventral surface opposite to the seta on subcosta or proximad and with 2 apical hairs. Basal cell with a seta as powerful as that on the prestigma. Hindwing 14 times as long as wide, venation not reaching to the half of the length (52 : 113), the costal border in the narrowest part with a row of small hairlets, as well as the

anal border basad from the fringe; the longest anal hairs of it nearly twice (15 : 8) of the gratest width, 29 costal, 36 anal, discus with 3 rows beginning not far from the tip of the venation, the 2nd row median, the anal one — sparse and faint.

Ratio of femora about as in *zabiński*, the hind ones shortest, fore tibia shorter than the latter, middle and hind tibiae equal (66 : 105 : 105). Middle tarsi longest, much longer than fore femora, fore tarsi shortest (80 : 95 : 83), middle metatarsus the longest joint in the middle tarsi, as well as longer than any tarsal joint, fore metatarsus $^3/_4$ of it, equal to the pretarsi which are all equal to each other, the middle joint of the fore tarsi and the hind metatarsus the shortest joints, $^1/_{15}$ shorter than pretarsi, middle joints of middle and hind tarsi equal, $^1/_{15}$ longer than pretarsi. Fore tibial spur very short, $^1/_6$ of the metatarsus, shorter than the next subapical seta, middle tibial spur $^3/_8$ of the middle metatarsus, hind one $^1/_4$ longer than the middle spur, somewhat preapical in position, over $^2/_3$ of the hind metatarsus.

Abdomen not quite a half longer than the thorax, occupying a half of the length of the body, conic-ovate, ovipositor occupying $^7/_8$ of its length, nearly completely concealed, mesophragma reaching till to $^3/_4$ of the abdomen's length. ♂ unknown.

2 females found after a painful seeking in the sifted material from the swept along the road south from Grójec and in a wood near Wola Turowska, voiev. of Warsaw, Poland, June 22th, 1935 together with *Ab. monotricha* described above (Type and paratype).

This species runs together with *Ab. prima* Prk. and *Ab. ducassei* Doz. into the group having the body of a dark colour. It differs from the former in having the prescutum entirely yellow, in lacking the basal dusky cross stripe of the forewing and by dusky tibiae, from the latter in having yellow mesonotum and in lacking the oblique line of discal ciliae under the radius, different joints proportions of the antennae and the entirely dark club. The wing of *masovica* shows several similar features to that of *monotricha*.

Genus **Xiphogramma** nov. gen.

A very remarkable genus with an antennal formula, allied to that of *Trichogramma* Westw. but entirely different in other details, so both funicle joints large and connected as in *Ufens* Gir., 2 ring joints, forewing like *Abbella* Gir., with an oblique line of hairs under the radius and with a short fringe; marginal vein broadened distad; hindwing with 5 lines of hairs; abdomen with a powerful ovipositor occupying its entire length and protruded for more than a half of abdomen's length; the valvae are much broadened before the tip, curved upwards and sabre-like. Maxillary palpi 1-jointed. ♂ unknown.

Genotype: *Xiphogramma holorhoptra* nov. spec.

X. holorhoptra nov. spec. ♀ 0,85 mm. (Fig. 8, 9.)

Head and notum gummigutt-yellow except a horizontal cross stripe through occipital foramen, anterior surface of the pronotum and side lobes of the metanotum and propodeum, which are dusky blackish. Abdomen's notum blackish brown with a broad central yellow spot at the base, next suture distinctly, following ones indistinctly yellow; sheaths of ovipositor very dark black. Occiput beneath the foramen and lower face with cheeks dusky, as well as the underside with the legs; tips of femora yellowish, bases blackish brown as well as the antennae; tarsi darker dusky toward the tip, middle and hind tibiae slightly darker at base. Vertex yolky yellow, ocelli and eyes pink. Wing's venation sulphur yellow, prestigma dusky, as well as the radius, which bears a small adjoining cloud, hardly reaching till to the wing's median line; the entire membran under the venation clouded except on the costal part of the basal cell. The membran faintly uniformly clouded throughout.

Head more than a third higher than broad, eyes not prominent, a quarter longer than the cheeks, facial orbits slightly concave. Antennae inserted exactly in the lower ocular line, equally distant from each other as from the eyes, scape reaching till to the front ocellus. Side ocelli distant from the latter 1 their own diameter, somewhat more from the orbit. Clypeus transverse, band like, slightly emarginated medially, with 1,1 strong setae on each side of this emargination and with 1,1 smaller ones near to lateral angles; mandibles 3-dentate, teeth of an equal length, the ventral one blunt; maxillary palpi cylindrical, somewhat swollen, more than thrice as long as thick, tip subconical, with 2 comparatively very short bristles, viz. the apical one as long as the width of the palpus, and a subapical one standing on the base of the conical part, a quarter longer than the width. Trophi nearly round, hardly longer than wide.

Antennal scape a little over 3 (44 : 14) times as long as wide, distinctly swollen at base and a half as thick at the tip as its own greatest width, radicula over $^1/_5$ of the scape's length, subcylindrical, hardly longer than thick. Pedicel shorter than $^3/_4$ of the scape ($^{29}/_{44}$), much more than double as long as wide (29 : 12); basal ring joint $^1/_{12}$ length of the pedicel and $^1/_6$ narrower than the latter; distal one thin, applied to the base of the funicle. The funicle joints measuring together more than $^3/_4$ of the pedicel, not wider than the latter, the suture between them perpendicular; the distal joint a shade shorter than the basal one. Funicle joints each with strongh oblique linear sensoria (1,1), dorsally with dark stiff bristles and ventrally with paler ones. Club more than $^1/_3$ longer than the scape (64 : 44) and than the rest of the flagellum (64 : 47), ovally-conical, with 8 linear sensoria. Prevailing are brown bristles and much less numerous hyaline slightly curved ones. Club slightly wider than the funicle, less than 4 times as long as wide (Fig. 8a).

Prescutum $^6/_7$ as wide as long, posterior border emarginate, anterior pair of bristles almost just on the edge, in $^3/_7$ of the length, the posterior pair approximate, distant so much from each other, as from the side edge, in $^2/_7$ from the hind border; scutellum $^4/_7$ of the prescutum's length, anterior setae in the middle, nearer to the side margin than to the median line, posterior pair strong, in $^3/_4$, opposite to the hind prescutal pair; surface sculpture on the prescutum invisible, on the scutellum an indistinct longitudinal net, placoid sensoria $^1/_3$ before the hind margin, more approximate than the hind bristle pair. Postscutellum $^1/_4$ of scutellum's length, side lobes with 2,2 hyaline pustulae, middle triangle of propodeon distinct, twice the length of postscutellum, the former's spiracles round, lying in the half length of the side lobe, with 3 bristles.

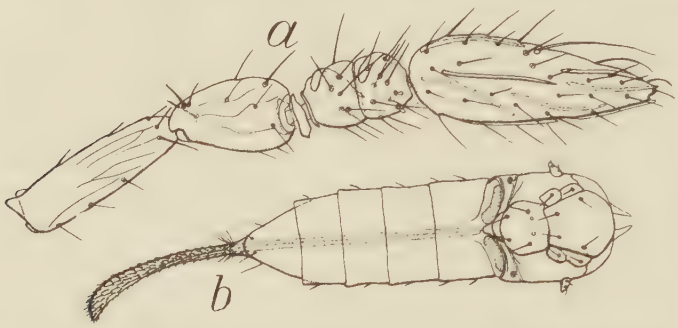


Fig. 8. *Xiphogramma* nov. gen. *holorhoptra* nov. spec. ♀ type. a antenna, b body

Forewing (Fig. 9) between $^1/_3$ and $^1/_2$ as long as broad (140 : 57), apical margin slightly oblate, similar in shape and ciliation somewhat to that of *Krygeriola dolichoptera* Now. (see 2nd part of this paper, p. 141, fig. 17), but differing in having the blade broader, marginal vein less thickened, but widened apicad, the subsessil radial knob projecting into the disk perpendicularly to the costal margin and in having the oblique line of discal ciliae developed. Venation reaching till to $^3/_7$ of the wing's length. Subcosta more than a half longer than the marginal vein, prestigma a

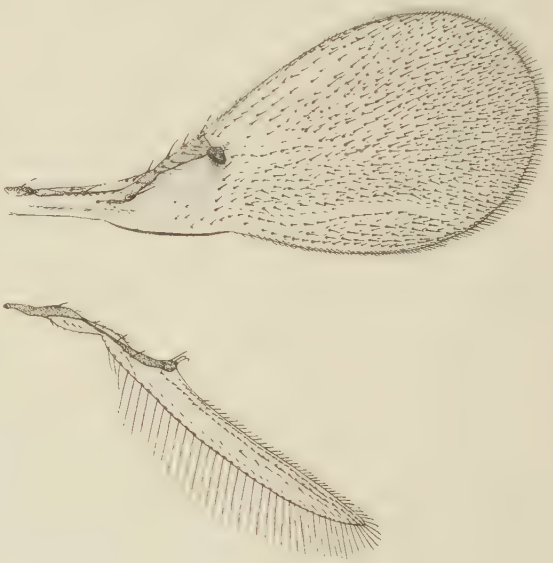


Fig. 9. *Xiphogramma holorhoptra* nov. gen. nov. spec. type ♀ wings

shade shorter than the latter and thinner than it, costal cell nearly a half longer than the subcosta, marginal vein $1^1/_2$ as thick at the apex as at the base, $4^2/_3$ times as long as thick at the base. Radius subsessil, knob slender, as thick as the marginal at base, less than $^3/_4$ of the latter's length (9 : 14). Marginal with 3 costal macrochaetae, sometimes the apical bristle of the prestigma has a similar positon and appears to be a fourth one. Costal cell with 1 submedian hair and 5 apical ones, i. e. 3 costal and 2 in the median line which is continued apically by a row running on the ventral surface of the marginal vein; basal cell with 1 –2 subapical hairs; oblique line of discal hairs sparse, not continuous, consisting of 4 hairs, discal hairs invading the clouded area under the venation, viz. there are 4 spinulae opposite the distal half of the retinaculum and 5 scattered hairless dots; submarginal hairs dense, reaching beyond the margin separated from the discal ones by a narrow nacked zone; longest fringe less than $^1/_{11}$ of the greatest width of the blade, very short on the anal margin, and on the costal one, apical fringe not notably longer on the anal angle, about 141, beginning just at the end of the venation; discal hairs in about 27 lines, mostly irregular, the radial knob line (rcu_3) is accompanied by 1 parallel line anad and 3 costad, both neighbouring lines are lying on the ventral surface; the knob row is accompanied by a parallel row anad, both latter lines are distinct only on the middle third of the wing's length; the cubital row (Cu_I) is the longest one; it begins at the apex of the retinaculum and runs till to the margin being accompanied by a nacked stripe costally. Hairs of the ventral surface on the center of the disc are very small. Hindwing over 12 times as long as wide, venation reaching till to $^{43}/_{110}$ of the length, longest anal cilia measuring $^1/_3$ more than the greatest width, 37 hairs both on the costal and on the anal margin. Costal fringe beginning a distance from the end of the venation. The basal widened part of the wing with 4 hairlets on the anal margin, widely separated; the fairly developed costal cell with 8 like hairlets on the costal margin opposite to the narrowest part of the wing. The front row of hairs is submarginal in position on the ventral side and begins by small hairless dots near to the apex of the venation; the 2nd row lying in $^1/_3$ of the width is the most distinct one and begins proximad of the end of the venation; the 3rd row begins halfway between the apex of venation and the apex of the wing; it consists only of 13 hairs lying on the median line partly dorsal, partly ventral; 4th and 5th row are mixed together on $^1/_4$ of the width along the anal margin, the 4th is dorsal and begins some distance proximad of the beginning of the 3rd row; the 5th is ventral and begins as small hairless dots opposite the end of the venation; there are besides 3 paler dorsal hairs farming a median row on the basal part of the wing just distad of the constriction and some small hairs on the basal widened part.

Abdomen long, cylindrical-conical, not quite twice the length of the thorax 4 times as long as wide, hypopygium reaching to its tip, very narrow, dart shaped; mesophragma occupying the basal third; ovipositor the entire length, its extruded part measuring over half of the abdomen's length (54 : 95), the greatest width of the widened valvae equal to $^1/_8$ of the length of the protruding part, with 4 longitudinal rows of hairs.

Middle femora shortest, $^1/_{12}$ shorter of the remaining ones, which are equal. Fore tibia equal to the fore femur, shortest of all tibiae, the hind one longest, nearly twice the fore one, the middle one $^2/_3$ longer than the latter. Apical setae of the femora powerful, on the fore ones $^1/_5$, on the middle $^3/_{10}$, on the hind not quite $^1/_5$ of their length respectively. Fore tarsi shortest of all tarsi, ratio 84 : 100 : 95, $^1/_4$ longer than the fore tibiae, middle tarsi equal to their tibiae, longest, hind ones $^1/_{20}$ shorter than the middle ones, $^1/_4$ shorter than the hind tibiae; metatarsi longest joints in the fore and middle tarsi, fore ones shortest of all metatarsi (33 : 41 : 35), hind ones a little longer; middle and terminal joint of fore tarsi equal to each other and to the hind pretarsus, middle pretarsus $^1/_9$ shorter; middle joint of middle tarsi a shade longer than the hind metatarsus, the middle metatarsus a shade longer than the middle joint of the hind tarsi; front tibial spur $^3/_{11}$ of the metatarsus, middle one abnormally short, less than $^1/_4$ and hind one not quite a half of the respective metatarsi.

4 ♀♀ taken on window panes of the electric railway „E. K. D." in Warsaw, June 10th and 12th, 1937 and June 25th and July 2nd, 1938 respectively.

A strange form which cannot be compared with any member of the family described from any part of the world.

Genus Oligosita (Hal.) Walk.

7 a. *Ol. cypriota* Now. ssp. *europea* nov. ssp. ♀ 1,1 mm.

Somewhat larger than the type, colour much brighter, 2 distal club joints dusky (the club in dried specimens appearing entirely dirty dusky), prescutum darkened toward the front margin, abdominal stripes broader, distinctly limited, contrasting black, vertex yolky yellow.

Longest fringe shorter, about $^1/_4$ of the greatest width of the forewing, about 115 hairs, width smaller compared with the length, equal to its half. Marginal and radius much more slender; longest fringe of the hindwing only 2,5 times as long as the width of the membran, 46 costal, 47 anal ones. Middle metatarsus longer than the next joint as 23 : 19, tibial spur $^1/_4$ of the former; hind tibial spur equal to a third of the metatarsus. Ovipositor occupying a half of the abdomen's length.

Several ♀♀ from Hungary in the Museum of Budapest, taken by Biró. I examined 2 of them taken at Hüvösvölgy, Budapest, October 12th, 1927.

♂ unknown.

A Bulgarian ♀ is in the middle between the type and ssp. *europea*, having the fringe of forewing $^1/_3$ of the greatest width, less numerous than in the type i. e. 74, venation moderately slender, but the fringe of hindwing as in *europea* as to its length, 27 costally and 38 anal. Middle tarsi equal to middle tibiae, middle joint shorter than metatarsus as in *europea*. I am inclined to refer this ♀ better to the type (see corrections).

1 ♀ taken at Devnia, September 21th, 1938 from mixed tree vegetation on the south slope of the adjoining hill range.

12. *Ol. collina* (Hal.) Walk. ssp. *saturata* nov. ssp. ♀ 0,9 mm.

Differing very much from the type in the body colour which is light golden yellow especially in light coming from beneath. The parts dusky in the typical subspecies i. e. tarsi and flagellum much lighter, also the subradial spot and apical margin of forewing indistinctly dusky.

Scape longer compared with radicula (43 : 7) and with its own width (43 : 10), as well as with the club, i. e. it is over $^2/_3$ the latter's length (43 : 62), equal to the length of the pedicel, ring joint and funicle together. Club longer compared with the length of the rest of the flagellum (62 : 43 = 1,8), less than 1,5 as long as the scape, the middle joint not much longer than the basal and apical ones (16 : 20—25 : 22), the apical „tap" longer than a half of the apical joint (14 : 22).

Forewing narrower, 4,4 times longer than wide, the costal part of the apical margin rather distinctly oblique, apex sharper, lying distinctly anad from the wing's median line, venation shorter (65 : 96), 39 marginal fringes; hindwing 18 times as long as wide.

Middle and hind tarsi equal in length and in proportion of joints (42 : 34 : 30), pretarsi about $^1/_{10}$ shorter than the middle jointes in all tarsi, fore pretarsus shorter than middle and hind ones which are equal.

Male unknown.

1 ♀ taken by sweeping floor of a wood and macchia at Le Rouret, French Riviera, July 29th, 1935.

I took two weeks later at Le Rouret *Ol. sanguinea* Gir. (or *försteri* Gir. var. discussed in the 1st part of this paper, p. 596) showing a short, robust built and much larger head, an intense blood red coloration with darker head, a little darkened tibiae and distinctly dark terminal tarsal joints. The subradial spot of forewing is also distinct. We see that *collina* occurs in middle as well as in south Europe parallel with forms of *försteri*, showing constant differences.

13. *Ol.* (s. str.) *szelényi* nov. spec. ♀ 0,55 mm.

Head, pleural and sternal parts of the prothorax, hind coxae and abdomen blackish brown, vertex, prescutum and propodeon blood red, base and apex of the abdomen translucent with the same colour, scutellum with the adjoining sternopleural parts of meso- and metathorax golden yellow. Scape, pedicel and funicle greyish white, club dusky, darker

toward the apex, lighter on the sutures. Legs yellowish white, fore and middle coxae greyish, hind femora dusky, apical tarsal joints hardly dusky. Forewing with a broad intense cloud under the prestigma, marginal vein and radius, proximally and distally darkened, especially around the radial knob as to form a subradial spot. Head large and swollen, $^1/_4$ higher than the length of the thorax, scape slender, not twice the length of the pedicel (44 : 25), the latter a shade longer than its double width, ring joint $^1/_{10}$ of the pedicel's length, more than twice as wide as long. Funicle a little more than $1^1/_2$ as long as wide, club not quite $1^1/_2$ as long as the remaining flagellum (57 : 40), both distal joints nearly equal in length, the basal one about $^3/_4$ of that length, the apical „tap" less than a half of the apical joint.

Forewing comparatively short and hardly reaching beyond the abdomen's tip, not quite 5 times as long as broad, venation reaching till to $^9/_{13}$ of its length, radial knob subsessile; the apical bristle of the venation very long, not much shorter than the longest fringe which is somewhat shorter than the greatest wing's width, 32 in number. Discal hairs very scarse, but not exactly examined. Hindwing 15 times as long as broad, venation reaching over the half, fringe 2,5 times as long as the greatest width, 15 costal ones, and more than 16 anal ones; the disk almost bare with very few hairlets submarginal in position at the proximal end of the costal fringe.

Fore tibiae shortest, less than $^3/_4$ of the middle ones, and less than $^2/_3$ of the hind ones, middle and hind femora about equal, longer about $^1/_6$ than the fore ones, and $^1/_{10}$ shorter than the middle tibiae; fore femora about $^1/_{11}$ shorter than the fore tibiae. Fore tarsi as long as the fore femora, the hind ones as the middle tibiae; middle tibiae $^1/_{40}$ longer than the hind ones. Metatarsus is the longest joint in the middle and hind tarsi, the middle one $^{18}/_{41}$ of the respective tarsus, the hind metatarsus a shade shorter than the middle one; middle joints of middle and hind tarsi equal, a shade shorter than the pretarsi (28 : 29), the latter equal in all tarsi; middle joint of fore tarsi the shortest of all tarsal joints, less than $^1/_3$ of the middle tibiae (5 : 16), fore metatarsus a shade longer. Fore tibial spur very short, $^1/_9$ of the metatarsus, the middle one not seen, hind one $^3/_7$ of the metatarsus.

Abdomen as long as the rest of the body, ovipositor occupying the entire length of the venter, concealed.

2 ♀♀ reared by Dr. Szelényi from sifted earth from a border of wood at the hill Svábhegy near Budapest in spring of 1937. I have only seen these specimens. Later a ♀ was taken 22th July of the same year at Roquefort near Le Rouret, French Riviera by sweeping floor of a wood. Type in my collection.

A species associated with a brachypterous new *Cleruchus* En. (*Mymaridae*) and with *Centrodora locustarum* Gir. (*Aphelinidae*) in Budapest.

It belongs to the group near the genotype and is allied to *impudica* Kryg. It differs in wing length and coloration, i. e. pale legs and broadly yellow thoracal pleurae.

14. *Ol. haematoxantha* nov. spec. ♀ 0,7 mm (Fig. 10).

Blood red, with a yellow band across the base of the abdomen. Coloration very like *Ol. girault*i Crawf. but the abdominal band is lemon yellow, not suffused with reddish and occupying almost a third of abdomen's length; the red color of the forewing venation begins distally from the fracture; subradial spot of the forewing large, reaching beyond the median line of the wing; opposite to it lies a faint spot along the anal margin, reaching farther distad. The venation of hindwing is red only shortly in the basal and apical part.

Head and thorax occupying less than a half (53 : 118) of the body's length, prescutum as long as wide, 1,1 bristle just behind the middle, quite on the side border, scutellum less than a half of the prescutum's length, axillulae very indistinct, bristles $^1/_5$ of the length from the hind border, nearer to the side angles than to the midline, opposite to the prescutal hind corners, placoid sensoria in the middle, very approximated to each other. Mesonotal sculpture — a very fine lineolation. Metanotum very narrow, $^1/_4$ the length of the scutellum, middle triangle of propodeon distinct, as long as the scutellum, sharply lineolated, the prespiracular part transversely, the side lobe obliquely lineolated, bare.

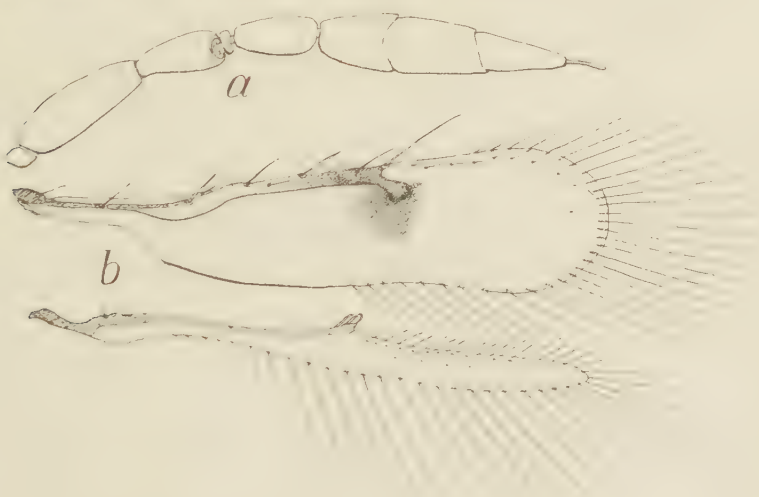


Fig. 10. *Oligosita haematoxantha* nov. spec. type ♀. a antenna, b wings

Forewing (Fig. 10b) with strongly excised anal margin at base, 4,12 times as long as wide, venation reaching till to $^5/_7$ of the length, marginal vein (with a short postmarginal rudiment) a half longer than the subcosta, which bears a very long bristle reaching till to the apex of the

costal cell when adpressed. Prestigma shorter than a half of marginal (11 : 26), half as long as the costal cell which bears 2 subapical hairs, radius less than a fifth of the marginal, the knob not circular, but somewhat elongate, both prestigmal bristles reaching far beyond the costa; they are over a half as long as the macrochaetae on the marginal vein; the apical macrochaeta of the venation $^{7}/_{10}$ of the greatest wing's width, the proximal one $^{1}/_{6}$ shorter, between them a shorter one, these three bristles darker than the prestigmal ones. Blade not bare, but with a submarginal row of hairs in the costal half; the hairs not reaching the margin. Fringe $^{1}/_{10}$ longer than the greatest width, consisting of 39 hairs. Hindwing about $^{1}/_{10}$ shorter, than the fore one, 14 times longer than wide, venation reaching to $^{41}/_{74}$ of the length, discal hairs in 2 rows, the more numerous submarginal one and a median consisting of 5 hairs, both beginning near the end of the vein; anal ciliae not quite thrice the width, 27 sparse hairs anally, beginning at the narrowest part, and 22 costal ones.

Middle femora shortest, hind ones $^{1}/_{16}$ longer, the fore ones $^{1}/_{7}$ longer. Fore tibiae as long as the middle femora, middle ones nearly $^{1}/_{3}$ longer, hind ones more than a half longer. Fore tarsi shortest, $^{1}/_{3}$ longer than the fore tibiae, middle and hind tarsi about equal to each other and to the hind tibiae. Metatarsi everywhere the longest joints, in fore tarsi the joints ratio 32 : 30 : 28, pretarsi nearly equal to each other, slightly increasing (28 : 29 : 30), in middle tarsi metatarsus longer than pretarsus as 39 : 35, and in hind ones as 40 : 31, so hind metatarsus longest. Fore tibial spur not quite $^{1}/_{5}$ of the metatarsus, middle one not seen, hind one $^{3}/_{10}$.

Ovipositor occupying less than $^{2}/_{3}$ of abdomen's length, mesophragma reaching a little beyond its half.

1 ♀ taken by sweeping at Le Rouret, French Riviera, 22th July, 1935 (holotype).

The species differs from *sanguinea* Gir. in having the yellow abdominal band, and from *novisanguinea* Gir. in different club joints proportions.

3. Subgenus *Epoligosita* Gir. (= *Paroligosita* Dodd & Gir. not Kurd.)

As I already mentioned *Ol. nudipennis* Kryg. belongs here. After having uttered this opinion I have taken several ♀♀ of a new species with the 2nd suture of the club entirely wanting, but showing relationship with the group of *schlicki* (*Chaetostricha* Kryg. not Hal.).

15. *Ol.* (*Epol.*) *lutulenta* nov. spec. ♀ 0,6 mm (Fig. 11).

Dark clay-coloured, with indistintly lighter parapsides and axillae, petiolar membran, tips of middle and hind tibiae and 2 proximal tarsal joints; forewing with a small subradial spot adjoining to the tip of the knob and another cloud along the anal margin of the prestigma; the wings slightly clouded throughout, but somewhat stronger under the venation: the hindwing besides toward the apex. Eyes black.

Head flat and subprognathic, shape subcordiform, occipital foramen lying very high, opposite to the front ocellus, eyes not at all prominent, with 13 facettes visible on the profile, occupying $^2/_3$ of the head's heigth, with small tempora behind them. Ocelli in a curved line, side ones distant from the front one 1 diameter, 2 diameters from the orbit. Antennae inserted beneath the ocular line, far distant from each other, i. e. twice than from the eyes. Clypeus very narrow, menisciform, mandibles tridentate, middle tooth prominent. Maxillary palpus 1-jointed, twice as long as wide, the apical seta longer than the palpus, another thick preapical one shorter than it.

Fig. 11. *Epoligosita intulenta* nov. spec. type ♀. a antenna, b wings

Scape subfusiform, a fourth as thick as long, pedicel thicker, $^5/_6$ of the scape's length, ring joint $^1/_5$ as long as the funicle, which is hardly wider than long; club $^3/_4$ of the remaining flagellum, conic ovate with one very indistinct suture in $^1/_2$—$^2/_3$ of the length. Linear sensoria 2,3, one of them on the apical joint prolonged into an oblique thick, tapering spine preapical in position (Fig. 11a).

Thorax short and broad, flattened, lateral angles of pronotum prominent, prescutum $1^1/_2$ as broad as long, posterior angles nearly rounded and obsolete, posterior border less than a third of the width, nearly continuous with the sides. Bristles small, a little behind the lateral angles. Scutellum $^3/_4$ of the prescutum's length, bristles in $^1/_3$ long, halfway between the midline and lateral border; placoid sensoria at the same level, very near

to each other. Sculpture — an indistinct longitudinal reticulation, convergent in prescutum. Metanotum comparatively long, i. e. $^1/_3$ of the scutellum, with no trace of postscutellum, propodeum in the middle of the same length, also without triangle. Spiracles round, in the middle of the side lobe, with very thick peritreme and a small central round hole, surrounded by 3 hairs.

Forewing (Fig. 11b) reaching far beyond the abdomen's tip, thrice as long as wide, venation reaching over halfway to the apex; subcosta the double of the prestigma, marginal vein not quite double as long, but only half as thick as the latter, radius half of the marginal which has an apical angle a little remote from the costa. Ciliation very stiff and standing off. Fringe beginning and ending as rather long hairs, longest of them measuring $^2/_5$ of the greatest width, consisting of 65 hairs. Submarginal ciliae moderately sparse, but reaching the margin, the discal ones irregular, rather sparse in the costal $^1/_4$, ventral surface bearing small hairs. Hindwing over 14 times as long as wide, venation reaching not quite to the half of the length. Longest anal fringe the double of the width, consisting of 27 hairs, the costal one of 23, the distal ones not shorter them the width of the free membran, the latter with 3 rows of discal hairs, the middle one a little in front of the mid-line, the posterior reduced in the apical $^1/_6$.

Middle femora shortest, ratio of femora 61 : 54 : 67, fore tibiae a shade longer than the fore femora, remaining tibiae strongly longer (63 : 83 : 100); fore tarsi shortest, nearly $^1/_{10}$ shorter than the fore femora, hind tarsi longest (55 : 72 : 78). In the fore tarsi metatarsus the shortest joint of the tarsus and everywhere (19 : 22 : 24), in the remaining the longest one (29 : 27 : 23 and 35 : 29 : 25), the hind metatarsus the longest joint everywhere, pretarsi approximately equal, a little flattened and thus wider than the proximal joints. Fore tibial spur $^1/_3$ of the metatarsus, the middle one a half, the hind one over a half as long as the corresponding metatarsi.

Abdomen ovate, tergites save the apical distinctly longitudinally ribbed, more than $1^1/_2$ times as long as the thorax, the width equal to the thorax's length, as well as to the length of the ovipositor which seems to be weak; mesophragma reaching a little beyond $^1/_3$ of the abdomen' slength.

1 ♀ from Le Rouret, French Riviera 22th July, 1935, 2 ♀ half of August 1936, 1 ♀ 30th July, 1937, 1 ♀ 21th July and 2 ♀ 25th July of the same year.

♂ unknown.

A striking species by the prognatism of the head, low insertion of the antennae, flat body and stiff bristles of the wings. I am not quite sure whether it would not be better placed into *Zorontogramma* Silv., but I cannot resolve this question before I have seen the genotype of *Epoligosita* Gir.

4. Subgenus *Zorontogramma* Silvestri.

I cannot agree with Silvestri as to the relationship of this group. It is very much allied to *Oligosita*, namely to the group of *schlicki* Kryg. having longitudinally ribbed abdominal tergites. *Pseudogramma* Gir. which is cited by Silvestri as an allied genus, has a short marginal vein and a short fringe; the second genus *Chaetostricha* Hal. named by Silvestri is very much allied to *Centrobia* Först. (but has a concealed ovipositor) both having nothing in common with the group in question.

I was surprised enough to find a series of a subspecies of the genotype *Z. distinctum* Silv. in the collection of the late Biró in the Budapest Museum. There are also males among them; this sex was unknown hitherto; there is no difference between the sexes in the antennal formula. Hungarian specimens have 1-jointed maxillary palpi.

16. *Ol.* (*Zor.*) *distinctum* Silvestri ssp. *gastrura* nov. ssp. ♀ 1,2 mm.

Like to the typic form in coloration, scutellum light golden yellow, side lobes of propodeon blackish. Hind wings correspondingly bifasciate, as the forewings. Some ♀♀ show a greyish body coloration with no orange yellow.

The structural differences save the striking prolongation of the abdomen are very scarse. Ratio of scape : pedicel : ring : funicle and club = 41 : 33 : 3,5 : 16 : 52. Club joints as 33 : 20. Abdomen longer than the remaining body as 130 : 74, ovipositor occupying $^{9}/_{13}$, exserted for $^{1}/_{13}$. Forewing longer than wide as 113 : 45, venation reaching till to $^{65}/_{113}$, costal margin distad of the venation distinctly convex, longest fringe $^{26}/_{45}$, 77 hairs, a discal row of hairs parallel to the anal margin is developed; apex of the hindwing's venation very much prominent and thin; fringes thrice as long as the greatest width, 34 costal and anal ones, the basal thickened part of the wing with about 15 scattered small hairs. Ratio of femora, tibiae and tarsi 78 : 65 : 65; 60 : 100 : 112; 83 : 108 : 112; of the tarsal joints: 30 : 34 : 33; 44 : 41 : 34; 45 : 43 : 34; middle and hind tibial spurs 13 : 18. Middle tibiae strongly bristled, hind femur with few (3—4) but very strong setae. Propodeum with a distinct middle triangle (omitted in Silvestri's drawings LXXVI and LXXVII, 5) with 2 bristles before and 1 behind the round spiracle which lies in the middle of the length. Prescutum and scutellum finely longitudinally lineolated, placoid sensoria of the latter lying on the same level as the hind bristles, i. e. behind $^{3}/_{4}$, just inward of them.

Male: 0,62 mm. Head, scape and 2 proximal tarsal joints yellow, hind wings uniformly clouded. Ratio of antennal joints: 30 : 23 : 2 : 10 : 29; club joints 19 : 10. Abdomen $^{1}/_{11}$ longer than the rest of the body. Forewing 76 : 29, venation reaching till to $^{45}/_{76}$, fringe $^{24}/_{29}$ of the width, consisting of 68 hairs, hindwing nearly 14 times longer than wide, shorter than the forewing, fringe nearly 4 times longer than the width, 25 costally

and 27 anally. Ratio of femora, tibiae and tarsi: 50 : 45 : 49; 40 : 60 : 66; 53 : 69 : 66; of tarsal joints: 18 : 22 : 22; 23 : 27 : 27; 22 : 25 : 24. Middle and hind tibial spurs: 10 : 12. Pretarsi apparently thicker.

Budapest 26th October 1927 1 ♀ (less bright coloured). Budapest Hüvösvölgy (retis ope in Quercetis) bright, 10th Oct. 1927 1 ♀, 13. October 1927 2 ♀ and 2 ♂, 18th October 1927 1 ♀, Sept., 1928 1 ♀.

Types in the Royal Museum of Budapest, Hungary, paratypes in mine.

17. 01. (*Zor.*) *intensicolor* nov. spec. ♀ 0,8 mm.

Bright intense orange yellow, spotted like the genotype with strongly contrasting brownish black. Apex of the scape and pedicel yellowish, the latter with a duskish base. Femora and pretarsi blackish, tibiae and rest of the tarsi dusky. Built like genotype, pedicel longer, ratio scape : pedicel = 1,18; club shorter, barely (47 : 45) longer than the scape; apical club joint shorter, a shade more than $^1/_2$ of the basal one. Middle and hind tarsi equal, their respective joints equal to each other (19, 16, 13); fore tarsal joints equal to each other and to all pretarsi; middle and hind metatarsi $^1/_2$ longer than the fore one. $^1/_6$ longer than the next joint. Fore tibial spur not seen, the middle one very short, $^1/_6$ of the metatarsus, $^1/_2$ of the hind spur, which is less than $^1/_2$ of the hind metatarsus.

1 ♀ from E. K. D. Warsaw, August 2 nd, 1939.

II. Subfamily Ophioneurinae Now.

Genus Lathromerella Gir.

1. *L. italica* Now. This species has very short tarsal joints compared with other known European forms. (The legs of *L. austriaca* Soika are not described). Type ♀, ratio of leg joints: femora 84 : 96 : 82, tibiae 60 : 96 : 113, tarsi 75 : 88 : 90; tarsal joints: fore 32 : 28 : 28; middle 35 : 32 : 32; hind: 34 : 37 : 32. Placoid sensoria on the scutellum exactly behind the half, distant from the hind setae 1 diameter of the latters pustulae.

1 ♀ quite like the type (from Naples) taken on the slope above Dubrovnik, Dalmatia, by sweeping floor of the wood, 17th July, 1937.

♂ (both of *italica* and *carpathica*) bears 2 pairs of strange spathulate appendages on the dorsal side of the abdomen. They have the shape of asymmetrical spoons and are situated not far from the side line of the terminal and preceding tergite, being darker than the tergites themselves.

1a. *L. italica* Now. ssp. *carpathica* Now. My supposition that the species came to Poland from Hungary passing over the Carpathes was confirmed through the Hungarian specimens. I examined: 1 ♀ from Leányfalu July 7th, 1930 (leg. Szilady), and 2 ♂♂ from Sashegy, Budapest, 30th June, 1917, taken by Biró.

♂ has lighter yellow parapsides and much broader yellow petiolar membran than the female. The radial knob of the forewing paler and broader than in the ♀ (like as in italica ♂). There is a bristle indicating the oblique line of discal hairs touching the knob. (In the Hungarian ♀ too). Forewing 2.6 times as long as broad, longest fringe 3.41 times

shorter than the width; anal fringe of the hindwing more numerous, i. e. 36 + 5 small hairs; ratio of leg joints: femora 80 : 72 : 75; tibiae 70 : 117 : 135; spurs 10 : 20 : 22; tarsi 90 : 100 : 100; tarsal joints; fore 34 : 32 : 35; middle 36 : 40 : 39; hind 35 : 43 : 39.

9. VII. 1929 a ♀ was taken in the reservate-wood at Wawer near Warsaw; it is still darker than *carpathica*.

3. *L. balcanica* nov. spec. ♀ 0,7 mm. (Fig. 12.)

Very similar in coloration to *L. danica* Kryg., head and mesonotum golden yellow, prescutum in the anterior half apparently smoky, abdomen lighter yellow, with a row of 4 dusky spots on the lateral edge, anus whitish, separated from the abdominal notum by a black line, sheets of the ovipositor black. The underside of the body and the lower occiput contrasting almost black, mesopleurae separated from the mesosternum by a yellow line. Legs blackish, 2nd trochanters, knees and tips of tibiae whitish, as well as the 2 basal joints of the tarsi, the apical one dusky. Wing's venation whitish yellow.[1])

Thorax (Fig. 12b) a little shorter compared with the abdomen (3 : 4) than in *danica* (21 : 30). Antennal club a little more than twice the length of the scape (64 : 31), while in *danica* the ratio is 47 : 34 (Fig. 12a). Forewing (Fig. 12c) not showing the somewhat oblate apex as *danica* does, narrower, ratio of the length and width 2,63 (against 2,72 in *danica*), fringes shorter, measuring 1 : 2.64 of the width, (against 1 : 2 in *danica*). Hairs in the forewing's fringe less numerous (57 compared with 61 in *danica*). Hind and middle femora equal in length (ratio 56 : 47 in *danica*); fore tibia much shorter than the hind femur (42 : 50), (not slightly i. e. 52 : 56, as it is in *danica*); hind tibia much longer than the middle one (84 : 75), (not slightly i. e. 82 : 80 as in *danica*); hind tibial spur longer (15 : 12) than the middle one, (not

Fig. 12. *Lathromerella balcanica* nov. spec. type ♀. a antenna, b body, c wings

[1]) The type specimens of *L. danica* kindly sent by Dr. Henriksen and Dr. Tuxen of Kjöbenhavn are too much decolorated in balsam and in alcohol, and I cannot therefore give the exact differences between *balcanica* and *danica* as to their coloration.

subequal as in *danica*); tarsi comparatively shorter, all less than the middle tibiae (ratio 70 : 74 : 71; tibiae 75), (the contrary in *danica* i. e. 80 : 88 : 87; tibia 80); tarsal joints: fore 27 : 25 : 28; middle 30 : 26 : 24; hind 26 : 25 : 26 (in *danica* 29 : 24 : 27; 31 : 28 : 29; 28 : 29 : 25) respectively. ♂ unknown.

1 ♀ taken by sweeping weeds along the road between Kazanlyk and Yenina, Bulgaria, 25th September, 1938.

This form may be a geographical subspecies of *danica*.

4. *L. polonica hungarica* nov. subspec. ♀ 0,9 mm.

Similar in coloration to the typical subspecies, but showing a more or less distinct, broad subradial cloud, sometimes extending anad into a fascia. In 3 ♀ from Vácz, Tudósdomb, taken by Biró September 7th, 1930 the fascia is very pronounced, prescutum brown, and all pleural dusky markings of the thorax wanting, so that the most part of mesothorax i. e. scutellum, pleural and sternal parts together with sides-lobes of propodeon and the middle coxae are lemon yellow — aberr. *flavocincta* nov. aberr. which has also somewhat longer tarsi compared with the respective tibiae.

Forewing broader, 2,52 times as long as broad (instead of 2,78), fringe shorter, measuring 1 : 3,53 of the width (instead of 1 : 2,94), venation reaching much beyond the middle (78 : 134), hindwing narrower (9 : 110), with longer venation (61 : 110) and longer fringe (16 compared with the width = 9).

Ratio of leg joints slightly differing, so hind femur shorter than the fore one (80 : 84), hind tarsus only a shade shorter than the middle one (113 : 115), hind metatarsi and pretarsi almost equal to the respective joints in the middle leg; middle metatarsus $^1/_7$ shorter than the middle joint. The extruded part of the ovipositor is longer, measuring about 1 : 8,7 of the abdomen's length.

♂ 0,7 mm, colour similar, axillae darker than the prescutum; lateral parts of metanotum blackish; pleurae with few yellow colour. Wing's cloud faint, apical half of the middle coxae whitish. Tarsi more brownish.

Pedicel much longer compared with scape than in ♀, i. e. $^5/_6$ of the latter's length; club much shorter than in ♀, $^{26}/_{21}$ times as long as the scape, the basal joint longest, the following about equal to each other, ratio 17 : 14 : 14 : 15 : 15. Abdomen only $^1/_7$ longer than the thorax, without any spatulate appendages as *L. italica* ♂ has. Forewing narrower, about 2,6 times longer than wide, fringe longer, 1 : 2,8 of the width, consisting of 51 hairs, venation a shade shorter, the apical margin slightly oblate, radial knob larger, about as long as wide, anal angles sharp; discal cilia in 13 lines. Hindwing shorter and broader, 9,8 times longer than wide, anal ciliae shorter, $^1/_3$ longer of the width, consisting of 24 hairs, costal ones — of 17 hairs. Fore tibia very short, a little more

than a half of the middle one (55 : 95); hind metatarsus $^1/_{13}$ longer than the next joint.

1 ♀ (type) taken at Nagy Hortobágy (westward form Debrecsen), Hungary, 12th July, 1937 (in my collection); a series found in the Budapest Museum, viz. 1 ♀ Sz. Szt. Miklós, July 25th, 1912; Vácz Tudósdomb, 7th and 8th September 3 ♀ — ab. *flavocincta* and 1 ♀ typica 1 ♂. 1 ♀ from Vácz-Szöd, taken the 6th June, 1926 has slightly darkened tibiae and approaches *L. germanica* Gir. in this respect, being in every detail similar to other ♀♀ from Hungary.

Genus Tumidiclava Girault

Subgenus *Orthoneurella* Blood and Kryger

T. (Orth.) minuscula nov. spec. ♀ 0,60 mm (Fig. 13a).

Very similar in colour to *T. (Orth) bimaculata* Blood but tibiae entirely soiled yellow, knees broadly yellow.

Differing from the named species; in the smaller size and in the not so much swollen antennal club (44 : 17) with the apical joint more tapering scape over thrice as long as thick, pedicel about $^2/_3$ of the latter's length, a shade over twice as long as thick, scape and pedicel combined not quite a third longer than the club, ratio of the club joints 7 : 10 : 30. The apical „tap" a shade longer than the basal club joint.

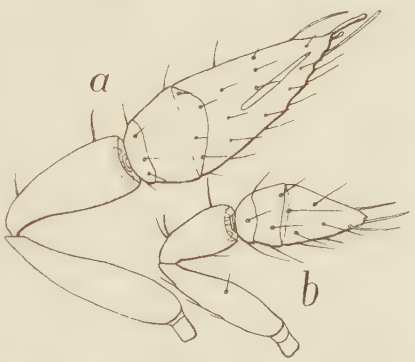


Fig. 13. *Tumidiclava* (Orth.) *minuscula* nov. spec. types antennae. a ♀, b ♂

Wings differing in the not enlarged marginal vein which is a little distant from the front margin, and in the better developed radius. Ratio of the Sc : prestigma : marginal : r_1 = 16 : 7 : 9 : 5. Venation occupying $^{38}/_{87}$ of the wing's length which is greater than the width as $^{87}/_{45}$. Longest marginal fringe measuring between $^1/_9$ and $^1/_{10}$ of the greatest width, consisting of 60 hairs (in 2-maculata 110) which are not small on the costal and anal margins too. Discal ciliation more evenly distributed with no trace of regularity, comparatively longer than in *bimaculata* and more stiff, originating on distinct pustulae, in about 16 lines. Hindwing 14 times as long as wide, venation not reaching till to the half (16 : 35), longest anal fringe the double of the width. Discal hairs forming one row but evidently compressed from two. 25 anal, and 18 short costal hairs.

Fore femora longest, $^1/_{13}$ longer than the hind ones, and $^1/_6$ longer than the middle ones; also about $^1/_{13}$ longer than the fore tibia, which is

$^{51}/_{66}$ of the middle and $^{51}/_{75}$ of the hind tibia respectively. Tibial spurs: fore $^{1}/_{10}$ of the fore tibia, less than $^{1}/_{3}$ of the fore metatarsus; middle $^{1}/_{6}$ of the tibia and a shade less than the half of metatarsus, more than $^{1}/_{2}$ longer than the fore spur; hind — double of the fore spur, more than $^{1}/_{2}$ of the hind metatarsus (5 : 9). Fore tarsus about equal to the middle tibia, shortest of all tarsi; middle tarsus equal to the fore femur — longest; hind tarsus equal to the hind femur. Metatarsi shortest joints everywhere, middle joints — longest ones, ratio 17 : 20 : 19; 19 : 22 : 20; 18 : 23 : 21.

Abdomen not so much dilated toward the apex, more acuminate, ovipositor a little more exserted, i. e. for about $^{1}/_{15}$ of the abdomen's length. It occupies a little more than the half of the latter.

♂ 0,65 mm. Differing very much from *bimaculata* in having 7-jointed antennae instead of 9-jointed, i. e. the club is only 3-jointed, the 2 apical sutures entirely wanting. Club $^{1}/_{17}$ longer than the scape, the basal joint less than $^{1}/_{3}$, the middle one 1 : 2,5 of the apical one, which occupies more than $^{2}/_{3}$ of the length of the club (Fig. 13 b).

Forewing narrower than in ♀ (12 : 7), fringe about $^{1}/_{4}$ of the width, 66 hairs, discal hairs of hindwing forming in the distal part of the blade 3 in distinct rows, anal fringe less than double of the width (17 : 30), 27 hairs, 21 costal ones (Fig. 14).

Hind tibiae with 2 parallel rows of spines along the interior surface, tarsi with very strong and long spines. Hind femora $^{1}/_{11}$ longer than the fore ones, $^{1}/_{5}$ longer than the middle ones. Fore tibia a shade longer than the fore femur, ratio of tibiae 56 : 68 : 87. Fore tibial spur not quite $^{1}/_{6}$ of the fore tibia, the middle one $^{1}/_{10}$ longer, both about a half the length of the respective metatarsi; hind spur $^{1}/_{3}$ longer than the middle one, about $^{2}/_{3}$ of the hind metatarsus. Fore and middle tarsi equal to their respective tibiae, hind ones equal to the hind femora. Everywhere pretarsi are longest joints, metatarsi — shortest, ratio 18 : 19 : 22; 19 : 23 : 24; 20 : 22 : 24.

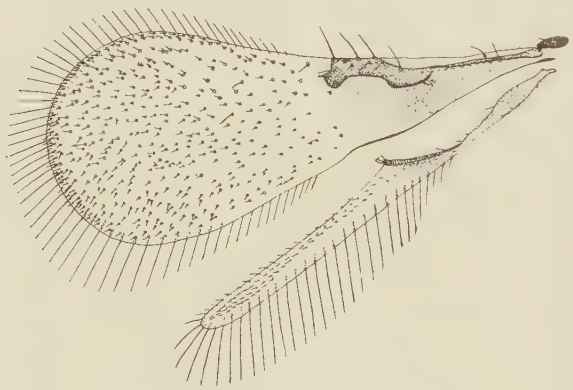


Fig. 14. *Tumidiclava* (Orth.) *minuscula* nov. spec. type ♂ wings

2 ♂ 5th and 11th July, 1 ♀ 22th July, 1935, 1 ♂ and 1 ♀ in the 1th half of August, 1936 from Le Rouret, French Riviera, 1 ♀ 7th July, 1936 from Hyères near Toulon.

The species is distinct from *bimaculata* Blood occuring at Le Rouret in the same season. (Also Hungary: Budapest-Sashegy, 30. VI. 1917, leg. Biró 1 ♀; Holics, Biró 14. VII. 1918 1 ♀.)

Genus Lathromeroides Girault = Aphelinoidea Girault

Subgenus *Krygeriola* Now.

The ♀ of *dolichoptera* Now. described in the ♂ sex in 1933 was unknown hitherto. I confess openly that I founded the subgenus *Krygeriola* rather on a general habitus of the wings than on exactly definiable characters. Finally I discovered the ♀ which is proved to be very similar to the genus *Lathromeroides* Girault if not indentical with it. Namely the shape of the venation and of the abdomen are exactly the same i. e. the latter is strongly compressed toward the tip and knife-sharp, the ovipositor shortly exserted and contained within the hypopygium. The only difference is the somewhat longer marginal fringe of the forewing. Thus I don't hesitate to declair *Krygeriola* Now. synonym of *Lathromeroides* Gir.

1. *L. dolichoptera* Now. ♀ 0,8 mm (Fig. 15b).

Eyes pink, frons and vertex with upper occiput golden yellow. Polish specimens have lemon yellow prescutum, scutellum, postscutellum and middle triangle of propodeum, with some golden shine anteriorly on prescutum. Abdomen black with indistinctly dusky yellowish base and mid line, sheets of ovipositor black; side parts of metanotum and propodeum dusky yellowish. Base of the venation of both wings and the marginal vein of forewing almost yellowish white, the latter duskish distally.

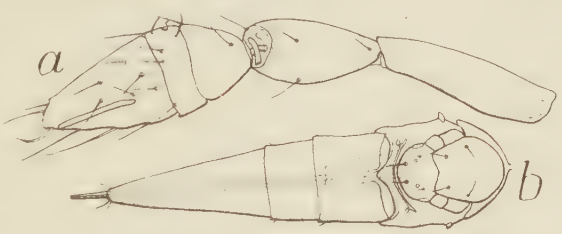


Fig. 15. *Lathromeroides dolichoptera* Now. a ♂ antenna, b ♀ body

Basal $^2/_3$ of the scape and nearly a half of the pedicel dusky, apical club joint faintly so. Lower face, occiput and thorax beneath dusky honey yellow, anterior orbita margined with yellow, the posterior one and the mouth — with dusky brownish; beneath the toruli there is a transverse yellowish marking. Knees, trochanters and tips of 2nd and 3rd tibiae yellow; fore tarsi entirely brown, the remaining less so, but with brown pretarsi. A very small subradial spot adhering the radius; no cloud, nor the membran margined with dusky.

Ocelli small, placed in a equilateral triangle. Scape not quite thrice longer than wide (6 : 17), pedicel $^{11}/_{17}$ its length; first ring joint $^1/_{11}$ of the pedicel's length, the second one barely visible. Club twice the length of the pedicel, a little more than 2,5 times longer than wide, both proximal

joints of an equal length, well separated from each other, combined a shade shorter than half of the apical one; width about $^1/_5$ exceeding the length of both proximal combined.

Prescutum $^1/_6$ longer than wide, not quite twice as long (7 : 4) as the scutellum, which is as long as wide; postscutellum $^1/_4$, middle triangle of the propodeon $^1/_4$ as long as the scutellum. Abdomen longer than the rest of the body as 75 : 61, ovipositor occupying its entire length, protruding for more than a tenth of the abdomen's length.

Forewing more than twice (15 : 6) longer than wide, venation reaching till to $^1/_3$ of the length, Sc measuring $^1/_7$ of the same length, prestigma $^2/_5$ of the Sc, costal cell thrice the length of the latter, marginal vein a half longer than the prestigma, distinctly widened distad, radius less than $^1/_2$ of its length, small, approaching the form of radius of *Tumid. bimaculata* Blood. Fringe consisting of 152 hairs, quite short on the costal and anal margin, longest hairs measuring $^1/_{14}$ of the greatest width; discal hairs in about 29 rows. Hindwing about 13 times longer than wide, venation reaching till to $^{29}/_{80}$, costal fringe consisting of 36 short hairs, anal one — of 29, longest a half longer than the width.

Legs: femora 56 : 42 : 59; tibia 45 : 63 : 77; spurs 5 : 7 : 12; tarsi 60 : 77 : 66; joints of fore ones 22 : 21 : 22; middle ones 33 : 27 : 25, hind ones 25 : 24 : 26.

♂ — the undescribed antenna (Fig. 15a) has well separated basal club joints. Scape longer than the pedicel as 16 : 13, exactly 4 times longer than wide; the basal ring joint $^1/_{13}$ of pedicels's length, the next ring joint a half of the basal one, both $^1/_4$ as wide as the scape long. Club longer than the scape as 11 : 8, the basal joint $^1/_3$ longer than the middle one, both proximal joints combined shorter than the apical one as 17,5 : 26.

In the original description and the figure 17 (see II part of this paper) the marginal vein is wrongly represented as not widened distad.

After a ten years' period since having taken the holotype I met with a series in the Budapest Museum collected by Biró: ♀♀: Rákos, 8. VII. 1908, Csepel 7. VII. 1908 (labeled as ♂), Budapest-Rozsadon 17. VIII. 1919; ♂♂: Csepel 13. VII. 1908 — small, Budapest-Sashegy, „in herbis", 28. X. 1928. I took a series of 7 ♀ and 7 ♂ at Nagy Hortobágy (Debrescen) 12th July, 1937, Hungary, then on the window panes of the railway „E. K. D." at Warsaw following ♀♀: 20. IX. 1937, 2. VI. 1938, 1 ♀ 14. VII., 3 ♀ 20. VII and 6 ♀ 31. VII. 1938 then some ♀ 1939 and finally a pair by sweeping dry weeds and grass on the hot loam-slopes of the former Russian fortress „Szczęśliwice" at the frontier of Warsaw 31th July, 1938 in company with 2 ♀ of *Tumidiclava subcaudata* Now.

The Italian ♂ (holotype) has a much more distinct cloud of forewing, and more contrasting black coloration of the body.

L. dolichoptera Now. can be distinguished from other species of the genus *Lathromeroides* Gir., as follows: from the genotype *longicorpus* Gir. in having dusky parts of head and thorax, legs and entirely black abdomen; from *neomexicanus* Gir. and *fasciativentris* Gir. through not striped abdomen.

Genus Aphelinoidea Girault

3. *Aph. anatolica* Now. subspec. *melanosoma* nov. subspec. ♀ 0,73 mm (Fig. 16a).

Coloration very similar to the first described geographical form, but body nearly entirely black with no greyish yellow shine, trochanters not lighter than the rest of the legs, knees and tips of tibiae as well as the metatarsi not so clear yellow, but distinctly darkened. Abdomen without a dorsal yellowish spot, but having a small whitish marking near the anus. The cloud of the wings much darker, strongly contrasting with the distal not clouded part of the blade.

All femora almost of an equal length, middle tibia only a shade shorter than hind one, ratio of tibiae 57 : 84 : 86, fore tibia strongly shorter than the fore femur (57 : 62), tibial spurs as 7 : 10 : 15; middle tarsus longest, but shorter than the middle tibiae (75 : 84) and than the hind tibia (75 : 86), ratio of tarsi 60 : 75 : 65; fore pretarsus $^1/_{11}$ longer than both remaining joints which are equal, in the middle tarsi metatarsus longest, pretarsus shortest (ratio 26 : 25 : 23), in the hind one the contrary (i. e. 21 : 24 : 25). The Hungarian ♀ has forewing 95 : 40, venation 40, fringe 3; 141 hairs, hindwing with 27 both anal and costal hairs; venation $^{33}/_{72}$. Ovipositor $^5/_9$ of the abdomen.

♂ 0,7 mm (Fig. 16c). Club $^1/_{11}$ longer than the scape, apical joint longer than the basal one as 23 : 14; the subdivision of the latter indistinct, the parts separated by it having the ratio 8 : 6. Venation occupying a shade more than in *anatolica* typica ♂ i. e. $^{16}/_{39}$ of the length of the forewing, marginal vein longer compared with the prestigma (ratio 9,5 : 7), 74 marginal hairs, 23 lines of discal ciliae, hindwing with 19 costal and 26 anal fringes, which are a half longer than the width of the blade.

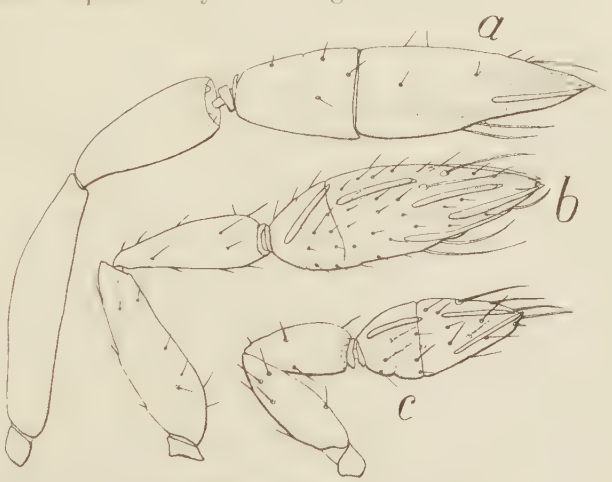


Fig. 16. Antennae of *Aphelinoidea* types. a *melanosoma* nov. spec, ♀, c ♂, b *subexserta* nov. spec. ♀

Fore femora longest, ratio 54 : 44 : 46; hind tibia longest as in the ♀, ratio 43 : 60 : 65, spurs 6 : 10 : 10; tarsi 33 : 66 : 60, fore metatarsus thickened, ratio of joints 18 : 20 : 19; 23 : 22 : 20; 21 : 23 : 22. May be similar to *totinigra* Gir.

1 ♀ (type) taken by sweeping grass on the Warsawian town-filters, August 20th, 1935; ♂ and ♀ also swept in the woods of the estate Klukówek, district of Wysokie Mazowieckie, voiev. of Białystok, 1 ♀ taken on the window panes of the railway „E. K. D." in Warsaw, July 2nd, 1938 (0,48 mm), and 1 ♀ from Hungary: Vácz-Tudósdobm, July 13th, 1930, Biró.

4. *Aph. subexserta* nov. spec. ♀ 0,8 mm (Fig. 16b).

Similar in color to *Aph. anatolica melanosoma* Now. i. e. the body entirely brownish black with yolky yellow vertex and upper occiput, the basal club joint, 2nd trochanters, knees, tips of tibiae and middle and hind metatarsi whitish yellow (the latter parts similar as in *anatolica typica*). Basal cloud of the wings nearly absent, very much fainter than in *anatolica*, the subradial spot moderately distinct. The hyaline path distal of the venatien less distinct.

The main difference is the ratio of the club joints. The distal one is over 2,5 times as long as the basal one, abundantly covered with hairs. The shape of forewing differing in having the apical margin with an indicated edge a little anad of the median line (rounded in *anatolica*), broader, 2,07 times longer than wide (instead of 2,3), 170 fringes (instead of 106), longest measuring less than $^1/_{13}$ of the width, basal ones on the anal margin small (instead of long), about 38 rows of discal hairs (instead of 23—24). Hindwing 11 times as long as wide (instead of 13), 42 costal, 30 anal hairs (instead of 21 and 22 respectively).

Ovipositor occupying the entire length of the abdomen and exserted for less than $^1/_{16}$ of its length.

Leg proportions, compared with *anatolica melanosoma*: fore femur longest, hind one shortest (64 : 63 : 60), fore tibiae only a shade shorter than the respective femora, middle and hind tibiae much longer than the respective femera, ratio of tibiae 63 : 90 : 95. Spurs 8 : 12 : 14; tarsi have similar ratio, i. e. 70 : 85 : 78, joints slightly different one 25 : 22 : 25; 32 : 33 : 27; 27 : 28 : 26.

A smaller female (paratype „a") differs form the type as follows: size 0,6 mm, forewings narrower, 2,26 times longer than wide, fringe longer, measuring $^1/_7$ of the width, formed by 117 hairs, discal hairs in 26—27 lines, longest fringe of the hindwing the double of the width. Abdomen more tapering; ovipositor exserted for a shade less than $^1/_{10}$ of the abdomen's length.

♂ unknown.

1 ♀ from Hungary, labelled „Vácz-Tudósdomb, Biró, 31. V. 1931, Csöröghegy, retis ope", in the Museum of Budapest (= paratype b); I took 2 ♀ in Hungary in 1937: Budapest, Szépvölgy, July 11th by sweeping

grass in the wood and in the field (type) and Nagy Hortobágy, July 13th, by sweeping steppe (paratype a). A large ♀ in E. K. D. Warsaw, Summer 1939.

The species seems to be allied to *Aph. deserticola* Now.

Genus Ophioneurus Ratz. (**Haeckeliania** Gir.)

Oph. (*Haeck.*) *xanthurns* nov. spec. ♂ 0,53 mm.

Brownish. with lighter mesonotum and yolky yellow frontozertex, legs soiled white, femora tibiae and pretarsi greyish. Antennae pale yellowish, scape, pedicel save apical $^1/_4$, and club joints save on sutures duskish. Wings hyaline, indistinctly clouded under the venation, more around the basal vein. Protruding valvae dirty reddish yellow.

Body not robust, abdomen occupies 43/38 of the length. ovipositor occupies the entire abdomen's length, exserted vor less than $^1/_4$. Maxillary palpi apparently 1-jointed. 2 ringjoints. Basal club joint as long as wide, 2 next transverse, 2 apical longer than wide. Club not quite double of the scape, not quite thrice of the pedicel. Forewing reaching beyond the anus for the length of the head with thorax, about twice longer than wide, margin somewhat ablate. Radius equals prestigma. petiole slender, marginal less than $^1/_5$ longer, knob moderate, edges rounded. Discal ciliae dense, in 22 rows, 5–6 rows regular. Marginal ciliae 118 hairs, $^1/_7$ of the width. Hindwing with $3\,^1/_2$ rows of hairs, with only 7 costal ciliae before the apex and 27 anal ones. Legs: tibiae 60 : 80 : 90; spurs 6 : 17 : 14; tarsi 23 : 25 : 25; 26 : 20 : 20; 23 : 25 : 25. 1 ♀ 16th July, 1939. window of waggon „E. K. D.“. Warsaw.

Corrections and additions

p.				I part of this paper (Zeitschr. f. angew. Entomologie **21**, 1935)			
575	line	18	from bottom	for being	read	which is
576	„	11	„ top	„ somevhat	„	somewhat
576	„	12	„ bottom	„ to	„	till to
577	„	20	„ top	„ over	„	beyond
577	„	20	„ bottom	„ over	„	beyond
578	„	5	„ top	„ cillation	„	ciliation
578	„	11	„ „	„ over	„	beyond
578	„	20	and 21 from top	for on	read	in
579	„	18	from bottom	„ antennae	„	antenna
582	„	4	„ top	„ Apical	„	apical
582	„	13	„ „	„ laks	„	lacks
582	„	5	„ bottom	„ cilliation	„	ciliation
586	„	10	„ top	*Oligosita gracilior* Now. is only an aberration of the female		
590	„	4	„ bottom	for hind	read	hind ones
592	„	1	„ top	„ perpendiculary	„	perpendicular
592	„	8	„ „	„ 2,3	„	3,2
593	„	21	„ bottom	„ orange:	„	orange;
593	„	20	„ „	„ lang	„	long
595	„	5	„ top	„ width,	„	width, radial knob row present
595	„	11	„ „	„ Athenes	„	Athenes.

				II part of this paper (Zeitschr. f. angew. Entomologie **23**, 1937)			
114	line	9	from top	for *Trichogrammidae*	read	*Trichogrammatinae*
115	„	2	„ bottom	„ unwillig	„	unwilling
115	„	21	„ „	„ Although	„	Hence

p.							
115	line	14	from	bottom	for	suture	read suture instead of 2nd
115	,,	9	,,	top	,,	Grawf.	,, Crawf.
115	,,	12	,,	,,	,,	Gir.	,, Gir.;

115 lines 23, 24 and 25 from top are misplaced; they must be read as follows:
May be the group 10 of *pulchra* Gir. (not Kryg.) belongs here.
C. None of the linear sensoria of the apical club joint notably prolonged.
3. *Epoligosita* Gir. (= *Paroligosita* Dodd & Gir. not Kurd.)

117	line	18	from	bottom	for	group 8?	read group 8?)
117	,,	11	,,	,,	,,	12	,, 11
119	,,	20	,,	top	,,	costal	,, costal (faint and short)
121	,,	12	,,	,,	,,	annaly	,, anally
121	,,	15	,,	,,	,,	socality	,, locality
121	,,	22	,,	,,	,,	he	,, be
121	,,	21	,,	bottom	,,	exept	,, except
121	,,	20	,,	,,	,,	latter	,, former
122	,,	9	,,	top	,,	(8 : 10),	,, (8 : 10)
122	,,	24	,,	bottom	,,	*Abella*	,, *Abbella*
122	,,	15	,,	,,	,,	mesoscutal	,, prescutal
123	,,	23	,,	,,	,,	and	,, and there
123	,,	9	,,	,,	,,	$^1/_7$	,, $^2/_5$
123	,,	9	,,	,,	,,	$^1/_4$	,, $^4/_5$
125	,,	16	,,	top	,,	ist	,, is
126	,,	17	,,	bottom	,,	so	,, thus
129	,,	1	,,	,,	,,	prosterior	,, posterior
130	,,	16	,,	top	,,	an	,, a
130	,,	19	,,	bottom	,,	terminal	,, pretarsi
131	,,	20	,,	,,	,,	1395	,, 1935
132	,,	19	,,	top	,,	twice	,, twice the length of
133	,,	20	,,	bottom	,,	there from	,, therefrom
134	,,	9	,,	,,	,,	regularily	,, regularly
135	,,	14	,,	,,	,,	perpendicularily	,, perpendicularly
135	line	12	from	bottom	for	unter	read under
136	,,	3	,,	,,	,,	in parentheses	,, see later
137	,,	1	,,	top	,,	by Kryger	,, by Mayr. Kryger
137	,,	4	,,	,,	,,	well	,, well as
137	,,	13	,,	,,	,,	cilitaion	,, ciliation
138	,,	16	,,	,,	,,	that	,, those
138	,,	20	,,	bottom	,,	legth	,, length
138	,,	9	,,	,,	,,	near	,, allied to
138	,,	4	,,	,,	,,	Mas.	,, Mus
138	,,	3	,,	,,	,,	represantative	,, representative
138	,,	1	,,	,,	,,	represent	,, represents
139	,,	11	,,	top	,,	well	,, well as
140	,,	24	,,	bottom	Note: the pustulae signify hairs broken off		
141	,,	16	,,	top	for	separates	read separate
142	,,	23 and 19		from bottom	,,	perpendicularily	,, perpendicularly
142	,,	13	from	bottom	,,	clear	,, clearer
143	,,	4	,,	top	,,	additionary	,, additional
144	,,	18	,,	,,	,,	(*ana*) *tolica*	,, (*ana*) *tolica* m.
145	,,	7	,,	,,	,,	perpendicularily	,, perpendicularly

p.					
145	„	10	„	„	to be abded: Abdomen with a rather large clearer yellow dorsal subapical spot.
146	„	19	„	bottom	for ones read tibiae
146	„	7	„	„	„ half „ halfway to the apex
146	„	5	„	„	„ joints „ joint
147	„	24	„	„	„ Ba şi „ Başi
147	„	3	„	„	„ Berlin. „ Berlin,
147	„	2	„	„	„ Rom. „ Rom.

Besides I must correct following wrong reproduction of the geographical distribution of species described by myself in the Ist part of this paper, given by the Zoological Record, Insecta, London 1935. vol. LXXII p. 300:

Bloodiella andalusica Now. is described also form Sevilla, Spain; later I found it in Poland, Corsica Southern France and in Yougoslavia.

Oligosita gracilior Now. is not known form Volhynia.

Ol. podolica Now. is known only form the Polish Podolia.

Pterandrophysalis levantina Now. and *Trachocera gundlachi* Now. are known also from Syria

Verschiedenes

Phasenwechsel und Massenwechsel bei Wanderheuschrecken

Ein Sammelbericht über neueres Schrifttum

Von Jost Franz

(Aus dem Forstzoologischen Institut der Universität Freiburg, Br.)

Zwei Gründe mögen es rechtfertigen, im folgenden — anknüpfend an die Ausführungen von Zwölfer (37) — die wichtigste Literatur über Phasen- und Massenwechsel bei Wanderheuschrecken zusammenfassend zu besprechen.

Einmal sind die meisten neueren Arbeiten über diese Fragen in angelsächsischen, italienischen oder russischen Zeitschriften erschienen und dadurch in Deutschland meist schwerer zugänglich [1]). Obwohl wir vorläufig noch keine Kolonien haben und somit die Heuschreckenfragen für uns wirtschaftlich nicht so entscheidend sind wie für andere Nationen, dürfen wir den Anschluß an die neuere Forschung unter keinen Umständen verlieren. Zum zweiten haben von den wenigen in Deutschland erschienenen Heuschreckenberichten des letzten Jahrzehntes gerade die ausführlichsten (so [23]) wichtige Arbeiten neueren Datums unberücksichtigt gelassen und sie bedürfen daher einer Ergänzung und teilweisen Richtigstellung.

Die genaue Kenntnis der Lebensgeschichte eines Schädlings ist die Voraussetzung für seine erfolgreiche Bekämpfung. Obwohl nun gerade die Wanderheuschrecken seit Urzeiten zu den wichtigsten Kulturfeinden aus der Insektenwelt zählen — die ältesten Berichte darüber stammen aus den Pyramiden (29) und aus Maya-Handschriften in Mittelamerika (23) —, ist es doch erst seit genauerer Erforschung der Lebensweise und seit Aufstellung der Phasentheorie durch Uvarov (28, 29) gelungen, aus der vorher verzweifelten Abwehr eine überlegte und große organisierte Bekämpfung entstehen zu lassen.

Die erwähnte Phasentheorie geht von der Beobachtung aus, daß die Wanderheuschreckenarten sowohl in morphologischer, physiologischer als auch in biologischer Hinsicht zu starken Variationen neigen. Die große Plastizität der Arten gegenüber bestimmten Außeneinflüssen führte dazu, daß man die Extreme der Schwankungen als verschiedene systematische Einheiten auffaßte. Diese Extreme wurden von Uvarov als Phasen bezeichnet.

Diese Phasentheorie verdankt ihre Entstehung Freilandbeobachtungen Uvarovs an *Locusta migratoria* L. (28). Man unterschied damals die zwei Formen: *Locusta migratoria* L. und *danica* L., über deren gegenseitige Beziehungen (Arten?, Rassen?, Modifikationen?) noch völlige Unklarheit herrschte. Ihre typischen Vertreter waren zwar in bestimmten Form- und Farbmerkmalen deutlich verschieden, sie blieben aber — wie Untersuchungen großer Serien aus

[1]) Eine umfassende Literaturübersicht findet sich bei Uvarov (29) und bei G. Trinchieri, Inst. Intern. Agric. Rom (1916) und Rass. econ. Colon. XXI Rom (1933).

verschiedenen Zeiten bewiesen — durch fortlaufende Übergänge miteinander verbunden, so daß eine reinliche systematische Trennung der Formen unmöglich war.

Eine Klärung erfuhren diese Beziehungen erst durch die unmittelbare Beobachtung von Uvarov im Nordkaukasus: Aus den von typischen *L. migratoria* abgelegten Eipaketen entwickelten sich ein Teil zu „*danica*"-Larven und ein großer Teil zu Übergangsformen zwischen *danica* und *migratoria*. Es war damit eine Umwandlung der einen Form — nach Uvarov: Phase — in die andere nachgewiesen.

Eine bereits früher von Uvarov vermutete Allgemeingültigkeit des Phasenwechsels für alle wandernden Heuschreckenarten konnte in den letzten Jahren tatsächlich erwiesen werden. Als erste fanden so Faure (7) bei *Locustana pardalina* (Walk.), der südafrikanischen braunen Heuschrecke, Uvarov (zit. [29]) bei *Schistocerca gregaria* (Forsk.), der Wüstenheuschrecke, und Dampf (5) bei der südamerikanischen *Schistocerca paranensis* (Burm.) zwei Phasen. Auch bei den anderen wichtigen Arten wurde die Existenz der Phasen erwiesen (so bei *Nomadacris septemfasciata* [Serv.], der roten Heuschrecke in Südzentralafrika [18], *Melanoplus mexikanus* [Saussure] in Nordamerika [9], *Dociostaurus maroccanus* [Thunb.], der marokkanischen Heuschrecke, und bei den einzelnen Rassen von *Locusta migratoria*, besonders deutlich bei *L. m. mgiratorioides*) [1]).

Das Auffälligste und biologisch Interessanteste an diesem Nachweis ist die absolut parallele Ausbildung der Phasen bei den einzelnen Wanderheuschreckenarten, die es uns erlaubt, eine allgemeingültige Kennzeichnung derselben zu geben:

Der wichtigste Unterschied zwischen beiden Phasen ist ein biologischer. Die eine Phase lebt als einzelne, ungesellige Heuschrecke, die nicht wandert (Phase *solitaria*), während die andere schon vom ersten Larvenstadium an zur Schwarmbildung und zu Wanderungen neigt (Phase *gregaria*). Diese Wanderungen, die der ganzen Gruppe ihren Namen gegeben haben, finden in zwei wesentlich verschiedenen Abschnitten statt: Als Larvenwanderungen und als Wanderungen der Imagines.

Die Larvenwanderungen haben für die Bekämpfung besonders große Bedeutung. Durch Zusammenwandern kleiner Larventrupps entstehen größere, stetig wachsende Herden, die sich in oft kilometerlanger Front fortbewegen. Ihre Aufbruchszeit und Wandergeschwindigkeit hängt von der Temperatur ab (bei *Schistocerca gregaria* nachgewiesen [11]), während die Einflüsse, die ihre Richtung bestimmen, noch nicht geklärt sind. Fast durchweg wurde aber beobachtet, daß eine einmal gewählte Richtung mit großer Zähigkeit festgehalten wird: Weder fahrende Eisenbahnzüge noch Wasserläufe (15) können die Trupps zur Umkehr oder Richtungsänderung bewegen. Diese Konstanz der Wanderrichtung erlaubt es auch, Bekämpfungsmaßnahmen (etwa Aufstellen von Zinkplattenwänden in Verbindung mit Fanggruben) rechtzeitig vor dem Eintreffen der Larven organisatorisch vorzubereiten. Besondere soziale Instinkte sorgen für einen steten Zusammenhalt der Trupps und für eine ausgesprochene Gleichzeitigkeit aller Handlungen (Aggregations- und Imitationsinstinkt (1, 11).

Im Gegensatz zu diesen relativ langsamen und trägen Larvenwanderungen haben die Wanderflüge der Erwachsenen einen bedeutenden Aktionsradius (über 2000 km ununterbrochene Flugstrecke nachgewiesen (zit. [11]), der noch dadurch vergrößert wird, daß die Wanderungen als Ganzes betrachtet ebenso wie die Entwicklung der extremen Schwarmphase ein Vorgang sind, der sich über mehrere Generationen hinziehen kann.

Diese biologischen Unterschiede der Phasen sind jedoch nicht die einzigen. Gerade die Form- und Farbdifferenzen sind bei einigen Arten sehr auffällig, und sie waren es, die zur Entdeckung des Phasenwechsels führten.

[1]) *L. migratoria migratorioides* ist nicht — wie Schleich (23) angibt — eine zweite Phase von *L. migratoria*, sondern eine eigene Rasse (30).

Morphologisch ist die Schwarmphase am besten gekennzeichnet durch längere Vorderflügel und kürzeres und breiteres Pronotum im Vergleich zur Solitärphase, sowie durch geringere Variabilität aller Maße. Die Farbunterschiede sind ganz besonders ausgeprägt bei den Larven, zumal den älteren Stadien. Während die Solitärlarven durch äußerst variable, graue, grüne oder bräunliche Farben ausgezeichnet sind, die zum Teil von der Farbe des Untergrundes bestimmt werden (8), tragen die älteren *gregaria*-Larven aller Wanderheuschreckenarten ein geradezu verblüffend ähnliches orangegelbes Kleid, das durch konstante schwarze Flecken belegt wird. Vorläufig sind wir nicht berechtigt, dies als eine Schreckfracht zu bezeichnen (5), da experimentelle Beweise fehlen. Völlig unbewiesen und mit den vorliegenden Beobachtungen im Widerspruch stehend sind die Theorien von Schleich (23). Er schreibt wörtlich (S. 14): „Da die Larvenfärbung der wandernden Phase in den ersten Stadien immer dunklere, rötliche und gelbliche Töne aufweist, und da sich die Farbe der Tiere weitgehend der Umgebung anzupassen imstande ist, läßt sich die Vermutung nicht von der Hand weisen, daß es rötlich bzw. gelblich gefärbte Böden sind, die eine Entwicklung der Wanderphase besonders begünstigen." Erstens sind die Larven im ersten Stadium von Schwarmphase oft rein schwarz (z. B. *Locustana pardalina* [Walk.] [8]), zweitens kann sich gerade die Schwarmphase nicht an die Umgebung durch Farbwechsel anpassen (8), und drittens ist die Entwicklung dieser Phase nach allen vorliegenden Beobachtungen nicht durch eine bestimmte Bodenfarbe begünstigt. Wie auffällig sich die wandernden Larven vom Boden abheben, zeigen deutlich die Abbildungen bei Uvarov (29) oder Fraenkel (11).

Wie neuere Untersuchungen über die physiologischen Unterschiede der Phasen gezeigt haben, ist die Färbung der *gregaria*-Larven biologisch durchaus nicht bedeutungslos. Temperaturmessungen in lebenden Tieren haben die schon von Faure (8) geäußerte Vermutung bestätigt, daß die vorherrschend dunkle Färbung durch stärkere Absorption wärmender Strahlung für eine höhere Körpertemperatur bei Sonnenschein verantwortlich ist (26). Da bei Bewölkung die Körpertemperatur beider Phasen etwa der Lufttemperatur entspricht, ist die Schwarmphase größeren Temperaturschwankungen ausgesetzt, die — auf dem Weg über stärkere Verdunstung — die nervöse Reizbarkeit der Tiere erhöhen. Es wird dadurch die Aktivität, die schon von Anfang an sehr groß ist (14) und die sich eben in den Larvenwanderungen offenbart, noch weiter erhöht. — Es hat sich ferner gezeigt, daß die Schwarmphase ein größeres respiratorisches System besitzt (26), was wahrscheinlich mit ihrer besseren Flugfähigkeit zusammenhängt, daß sie einen höheren O_2-Verbrauch, einen stärkeren Stoffwechsel hat (2), daß sie bei den meisten Arten durchschnittlich größer und schwerer ist, usw.

Viele dieser Unterschiede — so Schwarmbildung, Aktivität — sind zugleich Ursache und Folge, und es ist vorläufig noch unmöglich, ausgelösten und auslösenden Vorgang sauber auseinanderzuhalten.

Diese Phasentheorie forderte selbstverständlich zur experimentellen Nachprüfung heraus. Wir wollen dabei die älteren und zum Teil mehr vorläufigen Versuche übergehen (Faure [7], Plotnikov [20], Dampf [5]), und uns den umfassenden Versuchen von Faure (8) an den wichtigsten südafrikanischen Heuschreckenarten, besonders *Locustana pardalina* (Walk.), zuwenden. Die Versuche gingen von der Beobachtung aus, daß die Umwandlung von der Solitär- in die Schwarmphase mit einer Herdenbildung der Larven gekoppelt ist. Wenn diese Herdenbildung das auslösende Moment des Phasenwechsels ist, mußte sich derselbe im Laboratorium beliebig erzeugen lassen.

Hunderte von Solitärlarven wurden in engen Massenkäfigen, die unter Freilandverhältnissen aufgestellt waren, 5—6 Generationen hindurch gezüchtet. Es zeigte sich, daß — meist schon in der ersten Generation — eine nahezu 100prozent. Umwandlung in die Schwarmphase erreichbar war. Die Anzahl der erzielten *gregaria*-Tiere war direkt abhängig von dem Grad der Populationsdichte.

Die Färbung dieser künstlichen Schwarmphase entsprach vollkommen der im Freiland beobachteten, und auch die Formverhältnisse bei den Imagines näherten sich weitgehend den *gregaria*-Extremen.

Die Erkennbarkeit der Phasenzugehörigkeit im ersten Larvenstadium (schwarze Körperfarbe!) bei *L. pardalina* erlaubte es, die Zahl der *gregaria*-Tiere von diesem Stadium an zu verfolgen. Es ergab sich eine Zunahme der Schwarmphasentiere von Häutung zu Häutung, somit eine allmähliche Umfärbung unter dem Einfluß hoher Populationsdichte. Die Erkennbarkeit der Phasenzugehörigkeit im ersten Stadium ermöglichte ferner die Umkehrung des Versuches: *gregaria*-farbene Larven I. wurden in Einzelkäfigen gehalten, und hier entwickelten sie sich — wie zu erwarten — zu typischen *solitaria*-Tieren. Plotnikov (21) vermutet, daß es sich bei den beiden Phasen von *Locusta migratoria* L. nicht um umweltbedingte Modifikationen, sondern um verschiedene Rassen handelt. Sowohl durch biometrisch-mathematische Untersuchungen (12) wie durch obige Beobachtungen bei den Experimenten von Faure (allmähliche Umfärbung, Umkehrbarkeit des Versuches), läßt sich der Verdacht widerlegen, die Folgen der Massenzucht wären nur eine Selektion von genotypisch verschiedenen und von Anfang an vorhandenen Rassen.

Um mit Sicherheit sagen zu können, daß die Populationsdichte für die Ausbildung der Phasen entscheidend ist, wurden alle anderen Versuchsbedingungen (Licht, Nahrung, Temperatur, Feuchtigkeit) gleich gehalten. Die Einzel- und Massenkäfige standen entweder nebeneinander im Freien oder im Labor unter konstanter Temperatur. Auch die geringen mikroklimatischen Unterschiede zwischen Einzel- und Massenzucht genügten nicht zu einer Erklärung der Umfärbung, es blieb nur die Populationsdichte.

Was heißt nun Populationsdichte, wie kann man sich die Wirkung der Massenzucht auf das Einzeltier vorstellen? Das Leben im Massenkäfig ist vor allem gekennzeichnet durch große Aktivität. Tagsüber springen die Tiere unausgesetzt — es entspricht dies den Larvenwanderungen im Freien. Heftige Kämpfe um Nahrung sowie Kannibalismus bewirken eine fortdauernde gegenseitige Stimulation. Gleichzeitig mit dieser gesteigerten Aktivität kommt es zur Änderung der Instinkte, zur Schwarmbildung. Im Käfig können sie sich nicht ausweichen, im Freiland bleiben sie freiwillig zusammen. — Um die unter dem Sammelbegriff Populationsdichte zusammengefaßten wirksamen Faktoren zu isolieren, unternahm Faure weitere Versuche (8): Er brachte Einzellarven von *L. migratoria* L. in Massenzuchten von *L. pardalina* (Walk.) — und die Umfärbung gelang. Der Einfluß hoher Populationsdichte ist also nicht artspezifisch. Von den zahlreichen Versuchen, durch mannigfache Reize (Spiegel, Sandregen, elektrische Schläge usw.) isolierte Larven zur Aktivität zu zwingen und somit gesteigerten Stoffwechsel als Ursache der Umfärbung nachzuweisen, scheiterten die meisten an der Fähigkeit der Tiere, sich an langdauernde Reizung zu gewöhnen. Schließlich führten Experimente in einem Schüttelapparat zu einem gewissen Erfolg. Zahlreiche Einzelkäfige wurden tagsüber in dauernd schüttelnder Bewegung gehalten, wodurch ständige Ausgleichsbewegungen und Festhalteversuche der Insassen hervorgerufen wurden. Das Ergebnis war eine deutliche Steigerung der erzielten Übergangsformen („transiens") im Vergleich zu ruhigen Einzelzuchten. — Von anderer Seite (4) wurde kürzlich der entsprechende Gegenversuch ausgeführt: Solitärlarven in Massenzuchten wurden die Hintertibien amputiert, wodurch sie wesentlich in ihrer Bewegungsmöglichkeit gehemmt waren. Im Vergleich zu nicht operierten Kontrolltieren war ihre *gregaria*-Ausfärbung auch deutlich schwächer entwickelt. — Es ist somit die Steigerung des Stoffwechsels wenigstens als Teilursache der Umfärbung wahrscheinlich gemacht. Vorläufig ist es noch nicht gelungen, die aktivierenden und stoffwechselsteigernden Einzelreize zu isolieren.

Wir begegnen bei verschiedenen Tiergruppen der Erscheinung, daß verwandte Arten auf bestimmte Außeneinflüsse in gleicher Weise reagieren (dunkle Wärmemodifikationen bei Tagfaltern, Fortsatzbildung von Daphniden bei besseren

Lebensbedingungen u. a.). Es lag so nahe, die bisher nur bei Wanderheuschrecken durchgeführten Experimente an nicht wandernden Heuschrecken zu wiederholen. Besonders erfolgreich waren in dieser Richtung die Versuche von Rubtzov (22) an zwei sibirischen Arten. Es gelang ihm, durch Steigerung der Populationsdichte in Massenzuchten künstliche Schwarmphasen zu erzielen, die in Form (Unterschiede statistisch gesichert!) und Farbe durchaus entsprechend den Verhältnissen bei Wanderheuschrecken verändert waren. Obwohl die Extreme sich viel näher standen als bei echten Wanderheuschrecken, war durch diese Versuche doch gezeigt, daß auch bei Arten, die im Freiland weniger ausgeprägte Massenansammlungen bilden, die Fähigkeit zur Erzeugung von Phasen vorhanden ist, eine Fähigkeit, die sich experimentell steigern läßt und die anscheinend mit der Potenz zur Übervermehrung zusammenhängt.

Diese Versuche führen von selbst zu der Frage nach dem biologischen Sinn des Phasenwechsels. Da eine Umwandlung von Solitär- in Schwarmphase nur bei hoher Bevölkerungsdichte vor sich geht, liegt der Gedanke an einen kausalen Zusammenhang zwischen Phasenwechsel und Ablauf der Massenvermehrung nahe. — Vorher kurz etwas Allgemeines zum Massenwechsel bei Insekten: Könnte sich in der Natur das Vermehrungspotential einer Art ungehemmt auswirken, so wäre bald die ganze Erde von ihr überflutet. Dieser natürlichen Vermehrungskraft wirken jedoch bestimmte Widerstände der Umwelt entgegen, und durch das Gegeneinander dieser beiden Kräfte entsteht ein — allerdings labiles — Gleichgewicht. Üblicherweise unterscheiden wir drei Hauptgruppen von Umweltwiderständen: Die biotischen (z. B. Nahrungsverhältnisse, Feinde), die abiotischen (z. B. Klima, Bodenverhältnisse) und die Begrenztheit des Lebensraumes. Besonders der letzte Widerstandsfaktor ist von der Anzahl der Einzeltiere innerhalb des bewohnbaren Gebietes abhängig. Es ist wahrscheinlich, daß bei den meisten Insektenarten das Auf und Ab der Bevölkerungszahl durch Krisenfaktoren gesteuert wird, die ihrerseits wieder als eine „Funktion der Populationsdichte" (Übervölkerungskrankheiten usw.) gedeutet werden können (6).

Der wesentliche Unterschied zwischen der Massenvermehrung nicht phasenbildender Insekten und der der phasenbildenden Wanderheuschrecken scheint nun darin zu bestehen, daß bei letzteren die Begrenztheit des Lebensraumes, die sich wieder in der Populationsdichte manifestiert, den Anstoß zum Phasenwechsel bildet und somit keinen vermehrungshemmenden Faktor darstellt.

Die Ansicht, daß der Phasenwechsel eine spezielle Anpassung an die Fähigkeit zur Massenvermehrung bildet (22), eine Anpassung, die uns die sprungartige Steigerung der Bevölkerungszahlen erst verstehen läßt, wird durch zahlreiche Beobachtungen gestützt. Während wir bei den meisten Tieren keine oder nur geringe Einflüsse einer Übervermehrung auf das Einzelindividuum feststellen können, beobachten wir bei einigen Arten geradezu als Folge des Massenauftretens eine Veränderung des Verhaltens: sie beginnen zu wandern (z. B. Lemminge, wandernde Libellenarten usw.). Wir können uns diese Wanderungen als einen Ausweg der Natur vorstellen, als einen Versuch, den Folgen der Massenvermehrung auszuweichen [1]). — Dieser „Auswegversuch" ist bei den Wanderheuschrecken am konsequentesten durchgeführt, indem sich hier nicht nur Verhalten, sondern auch Form und physiologischer Zustand ändert — die Summe dieser Änderungen bezeichnen wir eben als Phasenwechsel [2]).

[1]) Insektenwandern als Folge aktuellen Nahrungsmangels ist nur bei Schmetterlingsraupen, Aphiden und tropischen Bienenarten nachgewiesen, vgl. (11). Auch die „Hungerschwärme" von *Apis mellifica* gehören hier her.

[2]) Vergleichbares finden wir vielleicht bei Honigbienen, die zugleich mit dem „Schwärmen", also einer Verhaltensänderung, auch Abweichungen morphologischer und physiologischer Art erkennen lassen, so Ovarienvergrößerungen der Arbeiterinnen usw. (zit. Zander 1936 [19a]).

Unter dem Zwang der hohen Populationsdichte entsteht aus der variablen Solitärphase die gleichförmige, aktive und wandernde Schwarmphase mit ihren stark umgewandelten Instinkten, gleichsam als ein Ausdruck erhöhter Lebenskraft. Sie steht mit ihren vollkommen veränderten Eigenschaften den massenwechselregulierenden Widerständen der Umwelt ganz anders gegenüber als die Solitärphase und kann ihnen durch Wanderungen auch zum Teil ausweichen. So weist Lean (16) darauf hin, daß die Siedlungsdichte der natürlichen Feinde nicht in dem Maße zunimmt wie die der Heuschrecken, daß durch Wanderflüge wenigstens eine Zeitlang eine gewisse Selbstdesinfektion der Bevölkerung stattfindet durch Zurücklassen von parasitierten Tieren (bestimmte Parasiten folgen auch den fliegenden Schwärmen, vgl. [29]), daß die große Beweglichkeit ein Ausweichen vor Steppenbränden erleichtert usw. Trotzdem geht natürlich die Vermehrung nicht ins Unendliche weiter. Soweit wir bisher unterrichtet sind, ist es vielmehr ein Kennzeichen aller Wanderflüge, daß sie nach einigen Generationen im Invasionsgebiet zugrunde gehen. Die im Vergleich zum Dauerbrutgebiet (s. u.) widrigen Umwelteinflüsse sind im Verein mit den natürlichen Feinden, die schließlich den Vorsprung der Vermehrung einholen, für den Zusammenbruch verantwortlich zu machen.

Es bleiben somit als arterhaltende Vorteile des Phasenwechsels noch übrig: Die Ermöglichung einer sich geradezu eruptiv steigernden Vermehrung und die Fähigkeit zu Wanderflügen. Diese Wanderungen befähigen die Art allerdings nur, solche Gebiete neu zu besiedeln, die durch sekuläre Veränderungen in einem für die Art günstigeren Zustand übergegangen sind. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die weltweite Verbreitung der Wanderheuschrecken ursächlich mit diesen Wanderungen zusammenhängt (Gattung *Schistocerca* z. B. in Süd- und Mittelamerika sowie weiten Gebieten Afrikas und Asiens).

Dieses große Besiedlungsgebiet erschwert es auch, eine Beziehung zwischen geographischer Verbreitung und bestimmten Außenfaktoren, etwa Klimaeinflüssen, zu finden. Gerade der von geographischer Seite unternommene Versuch (23, 25), einen Zusammenhang zwischen der Jahresisotherme von + 18° C und der Verbreitung der Wanderheuschrecken aufzudecken, kann bei Betrachtung der biologischen Grundlagen nicht befriedigen. Einmal ist eine solche Beziehung faktisch nur mit Mühe zu erkennen (die entscheidende Karte mit gleichzeitiger Darstellung von Jahresisothermen und Verbreitungsgebiet fehlt in allen Arbeiten). Ferner hängt das Vorkommen der Arten nach Angabe aller Heuschreckenkenner vom Mikroklima des Standorts ab (29, 31, 32, 33, 35) das vom Großklima — der Grundlage aller Isothermenkarten — ganz beträchtlich abweichen kann. Wir müssen gerade bei der Suche nach Beziehungen zwischen Außenfaktoren und Verbreitungsgebiet scharf unterscheiden zwischen dem sogenannten Dauerbrutgebiet (permanent breeding ground) und dem nur periodisch besiedelten Invasionsgebiet. Nur im Dauerbrutgebiet kommt die Art ständig vor, wenn auch oft jahrelang in durchaus mäßiger Dichte, nur hier findet sie die Umweltsbedingungen, die ihren meist sehr spezialisierten und für die einzelnen Arten durchaus verschiedenen ökologischen Ansprüchen entsprechen (experimenteller Nachweis vgl. z. B. [1, 13]). So konnte auch für einige Arten eine Bindung des Dauerbrutgebietes an ganz bestimmte Pflanzengemeinschaften nachgewiesen werden (10, 15a, 32, 34 u. a.), womit natürlich noch nichts über eine unmittelbare Beziehung zwischen Nährpflanze und Heuschreckenart ausgesagt ist.

Fragen wir uns ferner, warum gerade die Jahresisotherme von + 18 °C als Leitlinie der Wanderheuschreckenverbreitung angesehen wird, so finden wir auch hier anfechtbare Voraussetzungen. Untersuchungen von Bodine (zit. 29) an einigen amerikanischen (nicht typisch wandernden!) Heuschrecken, ergaben für die Embryonalentwicklung einen „Entwicklungsnullpunkt" von + 18° C und eine Entwicklungsbeschleunigung als Erfolg vorübergehender Abkühlung. Der

daraus gezogene Schluß (23, 25), daß eine Jahresdurchschnittstemperatur von + 18° mit ihren Schwankungen um den Mittelwert des Entwicklungsnullpunktes entwicklungsbeschleunigend wirkt und somit das Optimum (für alle Wanderheuschrecken!) darstellen soll, ist weder einleuchtend noch biologisch fundiert. Eine Übertragung experimentell gewonnener Daten in Freilandverhältnisse setzt genaue Untersuchungen an jeder einzelnen Art und für jedes einzelne Entwicklungsstadium voraus (vgl. z. B. die Auswertung der Experimentaldaten bei Zwölfer für Nonne [36]).

Sicher wichtiger und für die meisten Arten zutreffend ist der Zusammenhang zwischen jährlicher Niederschlagsverteilung und geographischer Verbreitung. Weniger die absolute Regenmenge, sondern vielmehr die Zusammendrängung aller Niederschläge auf eine relativ kurze Zeit im Jahr scheint für die Entwicklung der Wanderheuschrecken günstig zu sein (1. 14. 23. 31. 32).

Dies führt uns zu dem entscheidenden Punkt beim Massenwechsel der Wanderheuschrecken, zu der Frage nach dem ersten Anstoß zur Steigerung der Populationsdichte. Durch die Phasentheorie Uvarovs wissen wir, daß nach Einsetzen der Phasenumwandlung (engl. transformation, nicht „Metamorphose" [23]) dieser Prozeß im Dauerbrutgebiet meist an Intensität zunimmt und mit Bildung der extremen Schwarmphase endigt — wenn wir von Eingriffen durch den Menschen oder besonderen Katastrophen absehen. Theoretisch sind zwei Möglichkeiten zur Steigerung der Populationsdichte denkbar: Einengung des Lebensraumes durch Außeneinflüsse sowie Zunahme der Individuenzahl (16). Wie neuere Forschungen zeigen, führt wohl meist ein Zusammenwirken dieser an sich noch sehr komplexen Möglichkeiten zum Erfolg. Eine weitere Förderung ist die Gleichzeitigkeit des Schlüpfens und der Entwicklung durch plötzliche Regenfälle.

Es ist nicht Aufgabe dieses gedrängten Berichtes, für die einzelnen Arten eine Übersicht über die Primärfaktoren zu geben, die zur Steigerung der Populationsdichte führen. Nur an einigen Beispielen sei gezeigt, wie auch diese Fragen als abhängig von den ökologischen Ansprüchen nur für jede Art und Rasse (33) einzeln untersucht werden können. Für *Locusta migratoria migratorioides* (R. & F.), die zentralafrikanische Wanderheuschrecke, wird angegeben, daß bei reichlichen Niederschlägen sowohl auf dem Weg über günstigere Ernährung und dadurch bedingte höhere Nachkommenzahl wie auf dem Weg über die Größenabnahme des Lebensraumes (Überschwemmungen) eine Übervölkerung auf beschränktem Raum zustande kommt (16). Für die auf Madagaskar vorkommende Rasse von *Locusta migratoria* L. (*L. m. capito* [Sauss.]) konnte gezeigt werden (zit. 8), daß gerade Trockenheit der dominierende Auslösefaktor ist: Durch Eintrocknen weiter Nahrungsflächen konzentrieren sich alle Individuen an den feuchten und noch grünen Restgebieten, wodurch es auch hier zu einer Steigerung der Populationsdichte kommt. Als drittes Beispiel sei noch *Schistocerca gregaria* (Forsk.), die Wüstenheuschrecke, erwähnt. Bei ihr kommt es nur nach langer Regenzeit zur Schwarmphasenbildung und Massenvermehrung. Es wird hierdurch bei dieser Art eine doppelte Generation in einer Regenzeit ermöglicht (17). Die noch unreifen Tiere der ersten Generation zerstreuen sich nicht, so daß die ausschlüpfenden Larven der zweiten Generation gleich eine hohe Populationsdichte vorfinden. Schnellere sexuelle Reifung der zweiten Generation (Ursache unbekannt!) ermöglicht eine gemeinsame Schwarmbildung. — Ähnliche Verhältnisse sind auch für einige andere Arten festgestellt oder vermutet (für *Locusta m. manilensis* [Meyen 1835] [33], für *Locustana pardalina* [Walk.] [10] u. a.).

Die Klärung dieser Fragen wird wesentlich dadurch erschwert, daß verschiedene Außenfaktoren nebeneinander wirksam sind und daß derselbe Faktor auf verschiedenen Wegen die Bevölkerungsdichte beeinflußt (z. B. + Niederschläge über Nahrung, Trockenheit oder Überschwemmungen, mehrfache Generationenzahl usw.). Ist der Anstoß einmal erfolgt, so geht die Bevölkerungs-

zunahme weiter — und zwar mit einer Geschwindigkeit, die uns ohne das oben geschilderte Prinzip der Selbststeigerung bei Schwarmphasenbildung nicht verständlich wäre. —

Für die Praxis wäre es von großer Bedeutung, wenn sich eine Periodizität dieser auslösenden Faktoren und somit der Massenvermehrungen nachweisen ließe. Wie schon Uvarov betont (29), sind Studien über diese Fragen nur für jede Art einzeln und nur im Dauerbrutgebiet möglich. Es sind daher alle Versuche unhaltbar, aus dem Auftreten im Invasionsgebiet ohne Trennung der Arten eine Periodizität, meist eine Beziehung zur Sonnenfleckenperiode, zu finden (23, 24, 25). Auch wenn sich die Quellenforschung auf zwei Jahrtausende erstreckt, haben Durchschnittszahlen der Jahresabstände ohne Angabe der Streuung und ohne Trennung nach Arten nur wenig Beweiskraft. Während im allgemeinen sicher keine Periodizität vorliegt oder nachweisbar ist (3, 29, 31) und somit Uvarovs Satz von den unregelmäßigen Schwankungen („irregular fluctuations" [29], S. 145) zutrifft, ist bei zwei Arten eine Beziehung zu Sonnenfleckenperioden nicht ganz von der Hand zu weisen (*Schistocerca gregaria* Forsk. 1915/16 u. 1927 [30] und *Locusta m. manilensis* Meyen auf den Philippinen [27]). Der Mangel exakter statistischer Unterlagen erleichtert hier wie in anderen Fällen offenbar die Aufstellung von Hypothesen.

Auch die für die bedrohten Gebiete sehr wichtige Frage nach der Wanderrichtung der fliegenden Schwärme läßt sich nur insofern voraussagen, als sie meisten Fällen mit der Windrichtung zusammenfällt (11) und diese für viele Gebiete einer gewissen Regelmäßigkeit unterworfen ist. Ein Vergleich mit den „Zugstraßen"[1] der Vögel (23, 25) ist aber aus zwei Gründen irreführend. Erstens kann man nur vor Zugstraßen sprechen, wenn ein Zusammenhang mit bestimmten Oberflächenformen des überflogenen Gebietes erwiesen ist (11), und zweitens ist es gerade ein Kennzeichen typischer Zugvögel, daß Wanderung und Wanderrichtung erbmäßig festgelegt sind. Spekulationen über erdmagnetische oder astrophysikalische Beeinflussung der Wanderrichtung (23) tragen nicht zur Lösung der Fragen bei.

Der wichtigste Fortschritt, den die Phasenlehre gerade für die Praxis der Bekämpfung gebracht hat, besteht darin, daß man durch Ansetzen des Abwehrkampfes in den Dauerbrutgebieten eine Bildung der Schwarmphase von vornherein zu verhindern sucht. Es ist jetzt im Wesentlichen eine Frage der Organisation, ob es gelingt, Larvenbanden im Stadium der Zusammenrottung frühzeitig zu melden, durch weitgehenden Einsatz technischer Hilfskräfte zu zerstreuen und so die auslösende Steigerung der Populationsdichte im Keim zu ersticken.

Veränderungen der Bodenverhältnisse durch Kulturmaßnahmen vermögen oft ein früheres Dauerbrutgebiet so zu verwandeln, daß ein Brüten unmöglich wird. Leider ist die Regel, daß die Kultur das beste Ausrottungsmittel dieses Kulturschädlings darstellt (23), nicht ohne bedeutsame Ausnahmen (*Locusta m. manilensis* Meyen [33], zum Teil *Dociostaurus maroccanus* Thnb. [34], *Locusta m. migratoria* L. [15]).

Es würde den Rahmen dieser mehr biologischen Übersicht überschreiten, näher auf die einzelnen Methoden der Heuschreckenbekämpfung einzugehen. Gerade die Wanderheuschreckenforschung ist ein gutes Beispiel für die Erfahrungstatsache, daß nur durch fruchtbare Zusammenarbeit angewandter und reiner Biologie die Grundlagen erarbeitet werden können, auf denen eine aussichtsreiche Bekämpfung aufzubauen hat.

Schrifttum

1. Bodenheimer, F., (1929), Studien zur Epidemiologie, Ökologie und Physiologie der afrikanischen Wanderheuschrecke (*Schistocerca gregaria* Forsk.). Zeitschr. ang. Ent. 15, S. 435.

[1]) Statt von Zugstraßen spricht man heute vom „Zug in Schmalfront". (Geyr v. Schweppenburg, Journ. f. Ornith. 1929. Festschrift für E. Hartert.)

2. Butler, C. G., u. Innes, I. M. (1936), A Comparison of the Rate of Metabolic Activity in the Solitary and Migratory Phases of *Locusta migratoria*. Proc. roy. Soc. 119. Referat: Rev. Appl. Ent. 24.
3. Chen (1936), Outbreaks of Locusts recorded in Chinese Literatures. — Yearb. Bur. Ent. Hangchow 5, S. 188. Referat: Rev. Appl. Ent. 25.
4. Duarte, A. I. (1938), Problems of Growth of the African Migratory Locust. Bull. Ent. Res. 29, S. 425.
5. Dampf, A. (1925), Der Färbungswechsel bei den Wanderheuschrecken, ein biologisches Rätsel. Verh. Intern. Ent. Kongr. Zürich 1925.
6. Eidmann, H. (1937), Zur Theorie der Bevölkerungsbewegungen der Insekten. Anz. f. Schädlgskde. 13, S. 25.
7. Faure, J. C. (1923), The Life-history of the Brown Locusts. Jl. Dept. Agric. Union. S Africa, 7. Pretoria. Ref.: Rev. Appl. Ent. 11.
8. — — (1932), The Phases of Locusts in South Africa. Bull. Ent. Res. 23, S. 293.
9. — — (1933), The Phases of the Rocky-Mountain-Locust (*Melanoplus mexicanus* Saussure). J. Ec. Ent. 26, S. 706.
10. — — (1937), Some Recent Advances in Research on Locust Problems. S. Afr. J. Sci. 33, S. 797. — Referat: Rev. Appl. Ent. 25.
11. Fraenkel, G. (1932), Die Wanderungen der Insekten. Erg. der Biologie Bd. 9. Berlin.
12. Gause, G. F. (1928), Zur Kenntnis der Variabilität der Wanderheuschrecke (*Locusta migratoria* L.). Zeitschr. ang. Entom. Bd. 13, S. 247.
13. Hamilton, H. G. (1936), The Relation of Humidity and Temperature to the Development of three Species of African Locusts — *Locusta migratoria migratorioides* (R & F), *Schistocerca gregaria* (Forsk), *Nomadacris septemfasciata* (Serv.). Trans. R. ent. Soc. Lond. 85, S. 1. Referat: Rev. Appl. Ent. 24.
14. Key, K. H. (1936), Experimental studies on locomotory Activity in *Locusta migratoria migratorioides*, R. & F. Bull. Ent. Res. 27, S. 399.
15. Knechtel, W. K. (1938), Über die Wanderheuschrecke in Rumänien. Bull. Ent. Res. 29, S. 175.
15a) Lea, A., Investigations on the Red Locust *Nomadacris septemfasciasta* (Serv.) in Portuguese East Africa and Nyasaland in 1935. Sci. Bull. Dep. Aric. S. Afric. no. 176. Pretoria 1938.
16. Lean, O. B. (1936), *Locusta migratoria migratorioides*, R. & F. An ecological reconnaissance of the suspected Middle Niger Outbreak Area. Bull. Ent. Res. 27, S. 105.
17. Maxwell-Darling, R. C. (1936), The Outbreak Centres of *Schistocerca* gregaria Forsk. on the Red Sea Coast of the Sudan. Bull. Ent. Res. 27, S. 37.
18. Michelmore, A. P. u. Allan, W. (1934), Observations on the Phases of the Red-winged Locust in Northern Rhodesia. Bull. Ent. Res. 25, S. 101.
19. Munro, J. A. (1936), Grasshoppers and agricultural development in North-Dakota. Journ. Ec. Ent. 29, S. 813.
19a) Perepelova, L., Die eierlegenden Arbeiterinnen, die Legetätigkeit der Königin und die Schwarmbildung (russ.). Opuitnaja Paseka I, V, VI, 1928.
20. Plotnikov, V. I. (1924), Some observations on the variability of *Locusta migratoria* L. in breeding experiments. Bull. Ent. Res. 14, S. 241.
21. — — (1927), *Locusta (Pachytilus) migratoria* L. and *danica* L. as independent forms and their derivatives. (Russisch.) Tashkent, Usbekistan Plant. Prot. Sta. Referat: Rev. Appl. Ent. 15.
22. Rubtzov, I. A. (1935), Phase Variation in non-swarming Grasshoppers. Bull. Ent. Res. 26, S. 499.
23. Schleich, E. W. (1934), Die geographische Verbreitung der Wanderheuschrecken in ihrer Abhängigkeit von physikalischen Faktoren. Diss. Würzburg.
24. — — (1934), Über Wanderheuschrecken. Ent. Beih. Berl.-Dahlem Bd. 1, S. 105.

25. Schleich, E. W. (1937), Wanderheuschrecken und ihre geographische Verbreitung auf der Erde in Abhängigkeit vom Klima. Petermanns Mitt. 83, S. 6.
26. Strelnikov, I. D. (1936), Der Erfolg von Sonnenbestrahlung und Mikroklima auf Körpertemperatur und Verhalten von *Locusta migratoria* L. (Russisch). Trav. Inst. zool. Acad. Sci. USSR. 2, Nr. 4. Referat: Rev. Appl. Ent. 24.
27. Uichanco, L. B. (1936), Secular Trends of Locust Outbreaks in the Philippines and their apparent Relation with Sunspot Cycles. Philipp. Agric. 25, S. 321. Referat: Rev. Appl. Ent. 24.
28. Uvarov, B. P. (1921), A revision of the genus *Locusta* L. (*Pachytulus* Fieb.) with a new theory as to the periodicity and migrations of locusts. Bull. Ent. Res. 12. S. 135.
29. — — (1928), Locusts and Grasshoppers. London.
30. Uvarov, B. P., und Zolotarevsky, B. N. (1929), Phases of locusts and their interrelations. Bull. Ent. Res. 20, S. 261.
31. — — (1931), Insects and Climate. Trans. Ent. Soc. London.
32. — — (1932), Ecological Studies on the Moroccan Locust in Western Anatolia. Bull. Ent. Res. 23. S. 273.
33. — — (1936), The Oriental Migratory Locust (*Locusta migratoria manilensis*, Meyen 1835). Bull. Ent. Res. 27. S. 91.
34. Zhdanov, S. (1934), The Moroccan Locust (*Dociostaurus maroccanus*, Thunb.) i the Stavropol province (N. Caucasus). Bull. Plant. Protect. Ent. Nr. 9. (Russisch, engl. Zusammenf.) Referat: Zool. Ber. 41.
35. Zolotarev (1936), Über die Ursachen der Massenvermehrung von Wanderheuschrecken (*Locusta migratoria* L.) im westl. Gebiet und über die Ursachen ihres Verschwindens. (Russisch.) Abstr. Wks. zool. Inst. Moscow, St. Univ. Nr. 3. S. 197. Referat: Rev. Appl. Ent. 25.
36. Zwölfer, W. (1934), Die Temperaturabhängigkeit der Nonne (*Lymantria monacha* L.) und ihre bevölkerungswissenschaftliche Auswertung. Z. ang. Ent. 21. S. 333.
37. — — (1935), Die Bedeutung der Schädlingsbekämpfung für die Kolonialwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der Wanderheuschreckenfrage. Tropenpflanzer 38. Nr. 7. S. 278.

Neues über die Blattschneiderameise

Von K. Escherich

W. Goetsch hat längere Zeit in Argentinien zum Studium der dort lebenden Blattschneiderameisen geweilt, welche zu den schlimmsten Geiseln der südamerikanischen Kulturen gehören. Die Ergebnisse sind vor kurzem in einer umfangreichen Arbeit, betitelt „Die Staaten argentinischer Blattschneiderameisen“ [1]) erschienen.

Nach einer Schilderung der verschiedenen Landschaften, in denen Verfasser seine Studien angestellt hat, folgen ausführliche Angaben über die Verbreitung und Lebensweise der einzelnen Arten, *Acromyrmex lundi* Rog., *lobicornis* Em., *striatus* Rog., *rugosus* Lm., *disciger* Mayr., *Atta wollenweideri* For., *sexdens* L. Die Verbreitung hängt von dem vitalen Temperaturbereich ab: bei *Atta sexdens* liegt derselbe zwischen 12—40° C, daher erreicht sie im Süden bald die Verbreitungsgrenze, während manche *Acromyrmex*-Arten, deren vitaler Bereich

[1]) Zoologica Heft 96 (1939); 105 Seiten in 4, mit 36 Abbildungen im Text und auf 7 Bildtafeln, 37 Tabellen im Text und auf 8 Beilagen und 4 Kurventafeln.

zwischen —5 und +40° C liegt, weit südlicher gehen. Von den Versuchen verschiedener äußerer Einflüsse verdient die große Widerstandsfähigkeit gegen Ertränken hervorgehoben zu werden: selbst bei 39stündigem Untertauchen unter Wasser wurden einige Ameisen wieder „staatsfähig". Von Feinden haben die Attinen wenig zu leiden.

Bezüglich der Ernährung stellte Goetsch fest, daß die Attinen nicht lediglich auf Pilznahrung angewiesen sind, sondern daß auch in Nestern mit reichlichen Pilzgärten Bedarf nach Süßigkeit besteht, der durch Pflanzensäfte, durch den Besuch von Blattläusen usw. gedeckt wird. Auch Fleischnahrung wird nicht verschmäht. Meist wird hierzu die eigene Brut verwendet, vor allem die Eier und Puppen, die massenweise verzehrt werden, während die Larven durch Bettelbewegungen das Gefressenwerden verhindern. Es werden auch gelegentlich kleine Insekten als Beute eingetragen.

Die Hauptnahrung stellen stets die Pilzmyzelien dar, und zwar werden nicht nur die aus abgebissenen Fäden entstandenen „Ambrosia- oder Kohlrabikörperchen" verzehrt und verfüttert, sondern auch die Myzelspitzen selbst, sowie der austretende Saft. Bei der Herstellung der Mistbeete ließ sich nicht, wie erwartet, besondere Planmäßigkeit feststellen. Die eingeschleppten Materialien, die oft ganz unbrauchbar waren, wurden vielmehr verschiedene Male sortiert, d. h. von den Innendiensttieren tiefer hineingezogen oder wieder hinausbefördert, wobei keineswegs eine einheitliche Meinung über die Brauchbarkeit herrschte. Unbrauchbar erscheinende Teile kamen auf Abfallhaufen, auf die auch tote Ameisen sowie Puppenreste und dergleichen geworfen wurden. Endlich setzten die Attinen dort auch ihren Kot ab. Frische Pflanzenteile wurden zerkaut und der Saft aufgeleckt; die durchgekauten Teile kamen oft ebenfalls auf den Abfallhaufen und ebenso abgeweidete Teile der Pilzgärten. Begannen dann auf dem Abfall erneut Pilze zu wuchern, so wurden die Teile, welche Pilze trugen (Pflanzenreste sowie auch Puppenreste), wieder hervorgeholt und dem Pilzgarten angefügt. Pilzgarten und Abfallhaufen konnten also ineinander übergehen, und die gepflegten Mistbeete waren oft nur Haufen von allerlei Abfall, der durch die Durchwachsung mit Pilzen wieder zur behüteten Nahrung geworden war.

Die „Schleppzüge" entstehen dadurch, daß Erkunder an irgendeiner Stelle etwas finden, das sie besonders reizt; dies waren oft Blüten oder Früchte und können vermutlich auch frische, saftreiche Pflanzenteile sein. Die Finder erregen daraufhin Alarm, und die Alarmierten schneiden oder sammeln zunächst die Materialien, von denen aus alarmiert wurde. Infolge der großen Arbeits- und Ortsstetigkeit schneiden sie dann aber an solchen Stellen wahllos alles mögliche und können so auch an einer Reihe gleicher Sträucher oder Bäume vorbeilaufen.

Die Hauptarbeitszeit liegt in den ersten Nachtstunden; es kann allerdings auch zu jeder anderen Tageszeit gesammelt werden. Große Hitze und Trockenheit läßt die Schleppzüge jedoch meist wieder verschwinden. Der einmal eingetragene Tagesrhythmus erhält sich dann, wenn die Bedingungen gleich bleiben, längere Zeit, wie sich bei Dunkelnestern während der Rückfahrt nach Europa ergab. Die Tiere blieben dabei der Zeit ihres Herkunftsortes treu, d. h. behielten den Rhythmus von 24 Stunden.

Der Alarm selbst ist wie überall nur eine Erregungsübertragung. Richtend wirkt der Duft der Alarmierenden, der auch von einer gewissen Entfernung wahrgenommen wird (Fernalarm), sowie die durch das Begehen des Weges entstehende, nach und nach sehr fest werdende Geruchsspur.

Kämpfe sind selten zu beobachten, da die Attinen sehr friedfertig sind und kaum Feinde haben.

Die Verteilung der Arbeit geht so vor sich, daß zwei Tendenzen zusammen wirken. Einmal haben wir eine Arbeitskette, d. h. eine Verteilung der Tätigkeit nach dem Alter. Junge Tiere leisten die Arbeit im Inneren (Pflege der Pilze, Aufzucht der Brut, Ausgraben der Gänge u. a. m.); ältere Tiere findet man dagegen im Außendienst (Einschleppen von Pflanzenteilen, Erkundung des Geländes,

Verteidigung der Eingänge). Daneben gibt es aber noch eine Arbeitsverteilung der Größe nach, so daß die kurzlebigen Kleinen den Innendienst, die länger lebenden Großen den Außendienst bevorzugen.

Die verschiedenen Kasten werden chromosomal, blastogen und trophogen bestimmt. Männchen entstehen aus unbefruchteten, die weiblichen Tiere aus befruchteten Eiern. Die Zwerge sind auf kleine Eier zurückzuführen, die Mittelformen auf große. Die aus den großen Eiern entstehenden Larven werden je nach der Fütterung Mittelformen oder Giganten.

Bei der Nestgründung verschließen die untersuchten *Acromyrmex*-Weibchen die Öffnungen der ersten Kammern nicht vollkommen und verlassen sie öfter, um Pflanzenmaterial für die Pilzzucht einzuschleppen. Die Gründung mißlingt oft, da nicht immer alle Vorbedingungen, wie Pilz, Befruchtung, günstige Nestlage u. a. m. zusammentreffen.

Im Attinenstaat verläuft durchaus nicht alles starr und planmäßig. Zeigen sich doch z. B. in der Orientierung, sowie bei den Nestanlagen und bei der Verteilung der verschiedenen Tätigkeiten eine Vielseitigkeit, die immer wieder überrascht.

Die Ausbildung der bei den Arbeiten so wertvoll sich ergänzenden Größengruppen zeigte ebenfalls eine Überraschung; und zwar dadurch, daß nicht am Anfang der Gründung Zwerge entstehen, sondern später, übereinstimmend mit der Eigröße, die bei jungen Königinnen anders als bei anderen Ameisen die späterer Eier oft übertrifft. Auf diese Weise entstehen gerade in älteren Staaten außerordentlich viel kleine, verkümmerte Tiere. Während aber eine solche Menge nicht ganz lebenstüchtiger Zwerge in anderen Fällen eine Belastung des Staates bedeuten würde, sind sie bei den Attinen sehr wichtig geworden. Nur durch eine so große Zahl von Tieren, die nicht wie anderswo in einem gewissen Alter nach außen drängen, kann die Pilzzucht wirklich aufrechterhalten werden.

Bei der Aufzucht der Larven zeigen sich dann, ebenso wie auch bei der Ernährung der alten Tiere, die verschiedensten Möglichkeiten; besonders durch den Zuckerbedarf, der bis zur Ausbeutung von Blattläusen und dem Besuch von Blüten führt, sowie durch die Verfütterung von Eiern und Puppen, die ganz regelmäßig erfolgt, so regelmäßig, daß man schon beinahe von einer Zucht sprechen könnte.

Die Mannigfaltigkeit der Nahrung hat das Auftreten der Giganten begünstigt. Die Großköpfe sind sicherlich zunächst als eine Art Überbildung aufzufassen, bei denen ein Organ, der Kopf, einen solchen Riesenwuchs zeigt, daß die Harmonie des Ganzen empfindlich aus dem Gleise gebracht wird (wie z. B. beim Riesenhirsch, bei dem „der ganze Organismus zuletzt nur als Träger des Riesengeweihes erscheint"). Und wie dieser Riesenhirsch „aus seinem Lebensraum im Walde in waldlos freie Gebiete gedrängt wird", sind auch die riesigen Giganten in ihrer eigentlichen Lebenssphäre nicht mehr vorhanden; wir finden sie wenigstens bei *Atta* nur mehr in den oberen Gängen der Nester, also weder in richtigem Innen- noch Außendienst. Man müßte sie also eigentlich als einen überflüssigen Luxus betrachten, zumal da sie ja tatsächlich nur bei reichlichster Ernährung, also Futterüberfluß im Gesamtstaat, auftreten. Dadurch aber, daß sie da sind, wird die Verteidigungsmöglichkeit verstärkt, so daß sie doch wieder zu etwas nütze sind.

Goetsch schließt seine zusammenfassenden Betrachtungen mit dem Hinweis des dauernden Wechsels, die im Ameisenstaat vor sich geht bei völliger Erhaltung der Einheit. Wir sehen dauernd in riesigen Massen junge Tiere heranwachsen und alte absterben; oft sogar unter dem Einfluß einer Katastrophe, wie einer Vergasung oder Vergiftung. Wir sehen, wie dadurch manchmal ganze Größen- oder Altersgruppen getötet werden; der Staat als Ganzes wird dadurch keineswegs vernichtet. Er verhält sich vielmehr wie ein Tier mit stärkster Regenerationskraft, bei dem alles wieder ersetzt werden kann, und gelegentlich sogar Teile etwas leisten, das sie unter normalen Bedingungen nicht vermögen,

denn es treten ja sogar in solchen Gefahrmomenten im Attinenstaat Junge an die Stelle von Alten und Kleine an die Stelle der Großen. Es kann sogar der Verlust der Königin oder der Pilze wettgemacht werden durch Aufnahme eines befruchteten Weibchens, so daß Attinenstaaten sogar eine Unsterblichkeit, ein potentielles ewiges Leben besitzen. Trotz aller möglichen Sinnlosigkeit im einzelnen erscheint damit der Staat der Attinen und ebenso der aller sozialen Insekten als ein Organismus, der in vielem vergleichbar ist dem eines Einzeltieres mit einem uns oft ganz geheimnisvollen, unbewußten Willen zur Existenz.

Es sind hier aus dem Goetschschen Werk nur die wichtigsten Ergebnisse in kurzen Zügen mitgeteilt. Daneben enthält es noch eine Fülle von Beobachtungen von teilweise allgemeinstem biologischem Interesse, so daß das eingehende Studium jedem Biologen dringend zu raten ist. K. E.

Elimination und Selektion[1])

Eine Besprechung

Von F. Pagast, Königsberg (Pr)

Sehr bald ist auf die umfassende biogeographische Studie des Verfassers, betitelt „Die Holarktis" diese auf ihr aufbauende Untersuchung gefolgt. Sie ist in erster Linie das Ergebnis einer konsequenten Auswertung genetischer Forschungsergebnisse und genetischer Betrachtungsweisen für die tiergeographisch arbeitende Systematik. Genau wie die „Holarktis" zeichnet sich auch diese Studie dadurch aus, daß sie möglichst unvoreingenommen durch etwa schon als gesichert betrachtete Ergebnisse mit neuer Methodologie nach dem Weg und der Bedingtheit geographischer Merkmalsprogressionen bei Tieren fragt und für sie eine stark heuristisch wirkende Erklärung gibt. Wie jede an neuen Gedankengängen reiche Arbeit weckt auch diese einen Sturm des Für und Wider nicht nur im Lager der Systematiker und Tiergeographen, weil diese Untersuchung rahmengebend und zielweisend die tiergeographische Forschung anregt zu neuer kritischer Prüfung vieler bisher schon fast als Binsenwahrheiten betrachteter Probleme und zu aufbauender Arbeit über die Grundfrage des Artenwandels. Das Wider ist natürlich da, weil jahrzehntelang geltende Vorstellungen die Bergmannsche Regel und die anderen „Klimaregeln" in Zweifel gezogen werden. Vorstellungen, über die eine Fülle von bejahenden Arbeiten erschienen sind. All diese Arbeiten werden durch Reinig in ihren Folgerungen widerlegt.

Die nach ihrem Begründer benannte, 1847 aufgestellte Bergmannsche Regel besagt ursprünglich, daß Arten einer Homoiothermengattung[2]), die klimatisch verschiedene Gebiete besiedeln, sich in der Größe so unterscheiden, daß die in kälterem Klima beheimateten Arten größer werden als die aus wärmeren Klimaten. Die zu dieser Regel im Lauf der Zeit hinzugekommenen weiteren Klimaregeln sind: die Allensche Regel (von Allen 1877 formuliert), die besagt, daß Rassen einer Warmblüterart, die in kälterem Klima beheimatet sind, im allgemeinen im Verhältnis zum Körper kürzere exponierte Körperteile (Ohren, Beine, Schwanz, Flügel, Schnabel usw.) besitzen als Rassen wärmerer Gebiete (bei Rensch 1939 und Reinig 1938 steht an Stelle von „kürzere" „längere" — Schreibfehler, da die Tabellen das gegenteilige Bild geben), die Flügelschnittregel von Rensch mit der Formulierung, daß innerhalb von „Vogelrassenkreisen" die Rassen kälterer Gebiete schmälere und spitzere Flügel besitzen (= flugmechanisch wirksamer) als Rassen wärmerer Gengenden, die Glogersche Regel (von

[1]) W. F. Reinig, Elimination und Selektion. Verlag von Gustav Fischer, Jena, 1938. Preis broschiert 8 RM.

[2]) Später: Rassen einer Homoiothermenart (eines Rassenkreises).

Gloger schon 1833 formuliert) mit dem Inhalt, Rassen in wärmeren und feuchteren Gebieten zeigen stärkere Melaninbildung als Rassen kühlerer und trockener Gegenden.

Der deutsche Bearbeiter dieser Regeln, Rensch, hat auch noch weitere Regeln aufgestellt oder neu begründet, nämlich die Haarregel, die Eiregel, die Wurfgrößenregel für Säugetiere und die Zugregel.

Diese Regeln, von denen die älteren alle ursprünglich eine lamarckistische Erklärung fanden, sind von Rensch mit den modernen genetischen und selektionistischen Vorstellungen in Einklang gebracht worden.

Der neue Weg, den Reinig beschreitet, läßt sich wohl am besten kennzeichnen mit zweien seiner Feststellungen: „Zwar vermittelt sie (= die Genetik) dem Forscher an Hand einiger gut analysierter Beispiele schon jetzt ein Modell der Entstehung einer erblichen Mannigfaltigkeit bei den Organismen, aber sie wird in absehbarer Zeit kaum in der Lage sein, dem Systematiker mehr als allgemeine Richtlinien für die evolutionistische Forschung zu geben." Und zweitens: Unsere erste Aufgabe wird also darin bestehen, die realen Verwandtschaftsverhältnisse der jungen systematischen Einheiten zu ermitteln. Erst wenn uns dieses gelungen ist, wollen wir versuchen, die Beziehungen zwischen den Merkmalen der Organismen und den klimatischen Verhältnissen der Umwelt zu analysieren." Der erste Satz besagt wohl nicht mehr und nicht weniger als die Feststellung des Systematikers und Biogeographen, daß sein Arbeitsgebiet nicht einfach „angewandte Genetik" darstellt, sondern daß er mit eigener Methodik an seine Probleme herantreten soll. So ist der von Reinig neu eingeführte Begriff der Merkmalselimination durch tiergeographische Betrachtung gewonnen worden. Er steht nicht im Widerspruch zu herrschenden genetischen Vorstellungen, ist aber genetisch noch nicht voll ausgewertet, muß also anregend auf die genetische Forschung wirken. Ebenso wird aber auch nach der geographisch-klimatologischen Seite die Art der Inangriffnahme eines Problems abgegrenzt: Für den Tiergeographen steht das Tier im Mittelpunkt, Klimaeinflüsse usw. sind nur einer von vielen wirkenden Einflüssen. Der Tiergeograph ist kein Geograph, denn mit geographischer Betrachtungsweise kommt er heute nicht weiter. Sie ist für ihn nur Hilfswissenschaft, nicht mehr! Der Tiergeograph ist vielmehr Zoologe mit eigener Methodik. Die gedrängte Form der Darstellung ermöglicht es nicht, eine kurze Inhaltsübersicht zu geben. Es sei hier nur versucht, den Grundgedanken der Reinigschen Untersuchung zu erfassen.

Grundeinheit jeder tiergeographisch-systematischen Analyse ist die Sippe, die die Gesamtheit aller Individuengruppen (Kleinsippen) umfaßt, die einem Eiszeitrefugium und den von diesem aus nacheiszeitlich besiedelten Gebieten angehören. Jede „Art" im bisher gebräuchlichen Sinne läßt sich danach in so viele Sippen zerlegen, als sie Eiszeitrefugien besaß. Besonders klar lassen sich diese wie auch die weiteren Reinigschen Betrachtungsweisen am Schwalbenschwanz, *Papilio machaon*, darlegen, der das in bezug auf Rassenanalyse am eingehendsten untersuchte Objekt darstellt, wie aus den Arbeiten von Eller, K., 1936, die Rassen von *Papilio machaon* L. Abh. Bayr. Ak. Wiss. (N. F.), Nr. 36, S. 1—96 und Eller, K., 1939. Versuch einer historischen und geographischen Analyse zur Rassen- und Artbildung (auf Grund von Untersuchungen in der *Papilio machaon* — Gruppe Lep. Rhop.), Ztschr. indukt. Abt. Vererblehre 77, S. 135—171 zu entnehmen ist. Innerhalb der Sippe zeichnet sich die Refugialrasse gegenüber den Invasionsrassen durch Merkmalsfülle aus: große Variabilität, bedeutendere Körpergröße, weiter fortgeschrittene Zeichnungs- und Färbungsbildung, während die Invasionsrassen, zum Rand des Sippenareals fortschreitend, ein Merkmalsgefälle aufweisen, das sich in Abnahme der Körpergröße, der Variabilität und ursprünglicheren Zeichnungsmuster äußert. Dieses Merkmalsgefälle hat zwei Ursachen, die Selektion und die von Reinig neu erkannte Elimination. Genetisch unterbaut wird das Merkmalsgefälle durch die Erkenntnis, daß im Refugium, dank den in ihnen lang andauernden günstigen Siedlungsbedingungen

eine Merkmalsanhäufung (Allelenvermehrung) durch Mutation stattfinden konnte, während die „Einzelwanderung" bei der Besiedlung der nacheiszeitlichen Einwanderungsgebiete hierher nur einen Teil der Biotypen brachte, unter denen entweder bestimmte Ökotypen durch Umweltfaktoren ausgelesen wurden (Selektion) oder die Umwelt keinen Einfluß auf das Merkmalsgefälle hatte (Elimination). Natürlich wirken Selektion und Elimination immer mehr oder weniger eng zusammen.

Vom Sippenbegriff aus wird nun eine Erklärung der nur scheinbar klimabedingten Eigenschaftsänderungen („Klimaregeln") gegeben, die sich als Merkmalsgefälle vom Refugium („Optimum") erweisen. Hierzu vergleiche man die Kritik von Rensch, B., Bestehen die Regeln klimatischer Parallelität bei der Merkmalsausprägung von homoiothermen Tieren zu Recht? (Arch. Naturgesch. N. F. 7, 1938) und die Erwiderung von Reinig (Reinig, W. F., Besteht die Bergmannsche Regel zu Recht? Arch. Naturgesch. N. F. 8, 1939). Dieses Merkmalsgefälle ist genauer bisher hauptsächlich nur an der Körpergröße studiert worden (vgl. hierzu auch Reinig, W. F., Die Bergmannsche Regel. Forsch. Fortschr. 14. Jahrg., 1938, S. 299—301). Leider fehlen uns immer noch die großen Serien und wir müssen uns daher auf kleine Reihen beschränken, so daß das Material der Kritik des Statistikers ausgesetzt bleibt, wie es ja aber bisher auch mit dem Material zur Bergmannschen Regel der Fall war.

In einer neuen Arbeit nennt Reinig (1939)[1]) die Sippen wieder genealogische Einheiten und die Großsippen Formenkreise (nach Kleinschmidt). Er begründet diese Benennung mit der Feststellung, daß er „eine weitere Belastung der systematischen Terminologie" vermeiden wolle. „Die genealogischen Einheiten eines Formenkreises verhalten sich zueinander wie die geographischen Rassen, die sich von einer Refugialform herleiten lassen." Dieser Satz steht im Widerspruch zu Reinigs Feststellung in „Elimination und Selektion" (S. 63): „Die Kleinsippen können den geographischen Rassen gleichgesetzt werden." Es dürfte schwierig sein, schon jetzt allgemein gültige Definitionen für die unterscheidbaren systematisch-tiergeographischen Einheiten zu geben. Betrachten wir die am Schwalbenschwanz bisher gewonnenen Ergebnisse (Eller, vgl. oben und noch unveröffentlicht), so zeigt sich 1., daß mit Hilfe der in der Systematik bisher üblichen Kriterien sich die „Art" Schwalbenschwanz scharf abhebt, 2. daß diese Art in Gruppen von Rassen zerfällt, die sich jeweils um Refugialgebiete ordnen und zueinander stehen wie Refugial- und Invasionsrassen, also Sippen im Sinne Reinigs darstellen. Neuartig wird die Betrachtung, wenn man nur die Refugialrassen aus sämtlichen Refugialgebieten des Schwalbenschwanzes miteinander vergleicht, die Invasionsrassen dagegen aus der Betrachtung fortläßt. Diese Refugialrassen zeigen nämlich in einigen Merkmalen ein Gefälle, wie es bei den Gliedern einer Sippe auftritt. Die Größe nimmt für die Palaearktis von Osten nach Westen ab, die Aufhellung geht in der gleichen Richtung und schließt dabei auch die Nearktis mit ein — Kern ist das mexikanische Refugium — der Verlust und Bildung des „Augenpunktes" auf dem Hinterflügel u. a. Wir gewinnen eine gewisse Vorstellung von einem Bild, an dem die verbindenden Stücke zwischen den Scherben herausgebrochen sind. Wenn wir auf Grund dieser Ergebnisse die auf die Glieder einer Sippe angewandte Betrachtungsweise auf die Gesamtheit der Refugialrassen ausdehnen, so könnte das mexikanische Gebiet als Entstehungszentrum der Art betrachtet werden — obwohl in ihm nicht das ursprünglichste, sondern das am weitesten fortgeschrittene Kleid beheimatet ist (längste Besiedlungsdauer — größte Anhäufung von Allelen). Das europäische Gebiet dagegen ist zuletzt besiedelt worden, wie uns die von der Eiszeit (welcher?) verschonte Mittelmeerscholle zeigt. In diesem Fall liegt also kein Grund vor, den Artbegriff des Systematikers fallen zu lassen oder durch andere Begriffe.

[1]) Reinig, W. F., Die genetisch-chorologischen Grundlagen der gerichteten geographischen Variabilität. Ztschr. ind. Abst.- Vererblehre 76, S. 260—308.

wie Formenkreis oder Großsippe zu ersetzen. Im Gegenteil, der Artbegriff erfährt durch diese Betrachtungsweise sogar eine Vertiefung. Umgekehrt ist der einzige Weg, auf dem wir heute den Sippenbegriff prüfen, auch nur der systematisch-tiergeographische. Da zeigt es sich, daß beispielsweise die englische Rasse des Schwalbenschwanzes sich wahrscheinlich nicht an die nordfranzösische, sondern direkt an die spanische anlehnt und daß das Mittelmeerrefugium (= geographisches Refugium) in mindestens vier kleinere (= Biotoprefugien) zerfällt, die natürlich nicht so lange und so scharf voneinander geschieden waren wie beispielsweise das Mittelmeergebiet von südpersischen. Daraus folgt, daß die Grenze zwischen Sippen und Kleinsippen fließend ist, daß wir den Tatsachen in der Natur einen unnötigen Zwang antun, wenn wir von der „Sippe" verlangen, sie solle die „wirkliche Verwandtschaft" der kleinsten abgegrenzten Einheiten zum Ausdruck bringen. In vielen Fällen wird sie es bestimmt tun, aber dann kommen die Grenzfälle, wie wir sie ja vom Artbegriff her kennen. Vom Standpunkt des modernen Systematikers und Tiergeographen aus gesehen braucht der Sippenbegriff nicht eine Abkehr vom Artbegriff zu bedeuten, sondern im Gegenteil seine Vertiefung durch neuartige Methodik. Im Rahmen dieses Berichtes habe ich mich stark beschränken müssen, hoffe aber doch gezeigt zu haben, daß das Reinigsche Buch dem vergleichend arbeitenden Systematiker und Tiergeographen methologisch und gedanklich neuartige Wege weist und seine Arbeit bei voller Wahrung seines selbständigen Blickwinkels mit der Arbeit des experimentierenden Genetikers verknüpft.

Ein neues Kontaktstäubemittel („Nemotan") gegen Nonne (Lymantria monacha L.) und Kiefernspanner (Bupalus piniarius L.)

Im Kampf gegen zwei unserer wichtigsten forstlichen Großschädlinge, nämlich gegen Nonne und Kiefernspanner wurden in den letzten Jahren fast ausschließlich Dinitro-o-Kresolstäubemittel verwendet, die eine ausgezeichnete abtötende Wirkung auf die Raupen der beiden genannten Schädlinge besitzen. Leider sind aber die Dinitrokresolmittel mit einer Reihe unangenehmer Nebeneigenschaften behaftet, die ihre Verwendung noch nicht als Ideallösung, sondern vielmehr als Zwischen- oder Übergangslösung erscheinen lassen. In der Hauptsache bestehen die Nachteile des Dinitro-o-Kresols darin, daß es an den Maitrieben der Fichten, gelegentlich auch an Kiefernnadeln, ferner bei Laubbäumen und Kulturgewächsen starke Verbrennungserscheinungen hervorruft, und außerdem auf Warmblüter giftig wirkt, so daß bei seiner Anwendung gewisse Vorsichts- und Schutzmaßnahmen getroffen werden müssen. So ist es unbedingt erforderlich beim Arbeiten mit Dinitrokresolpräparaten Staubmasken, Schutzhauben, Schutzanzüge, Handschuhe zu tragen usw. Speziell für die Bedienungsmannschaften der Flugzeuge und der Motorverstäuber ist das Arbeiten mit Staubmasken sehr unangenehm und hinderlich. Trotz Anwendung von Masken haben sich aber gesundheitliche Störungen bei den Besatzungen der Flugzeuge, sowie bei den sonstigen Mannschaften nicht vermeiden lassen.

Unter diesen Umständen war es daher selbstverständlich, daß die Entwicklung nicht bei den Dinitrokresolpräparaten stehen bleiben durfte, sondern daß vielmehr die Schaffung eines Mittels, das zwar der Wirkung des Dinitro-o-Kresols auf Nonnen- und Spannerraupen gleichkommt, nicht aber die erwähnten nachteiligen Nebenwirkungen besitzt, angestrebt werden mußte. Nachdem bereits im Jahre 1938 Laboratoriumsversuche mit einem neuen Mittel, das unter der Bezeichnung „2152" von der I. G. Farbenindustrie

herausgebracht worden war[1]), gezeigt hatten, daß die Erreichung dieses Zieles vor unmittelbarer Verwirklichung stand, war Veranlassung gegeben, auch im Freiland größere Versuche mit dem neuen Mittel gegen Nonne und Kiefernspanner durchzuführen, um die im Laboratorium erzielten Ergebnisse in ihrer Auswirkung auf die praktische Anwendung nachzuprüfen. Die Möglichkeit hierzu bot sich im Frühjahr und Sommer 1939 anläßlich einer großen Massenvermehrung der Nonne auf einer Fläche von etwa 2000 ha in den Waldgebieten des nordwestlichen Mittelfrankens sowie anläßlich einer beginnenden Massenvermehrung des Spanners in oberpfälzischen Kiefernwaldungen. Für die Bestäubung, die bei der Nonne mit dem Flugzeug und beim Kiefernspanner mit dem Motorverstäuber ausgeführt wurde, wurde an Stelle des ursprünglichen Mittels „2152" ein neues Mittel mit der Bezeichnung „2172" gewählt, das 10% eines wirksamen Körpers aus der gleichen Reihe enthält, wie er in dem Mittel „2152" enthalten ist. Maßgebend für die Wahl von „2172", das inzwischen die Bezeichnung „Nemotan" erhalten hat, an Stelle von „2152" war der Umstand, daß, wie Laboratoriumsversuche gezeigt hatten, mit „2172" sowohl bei Nonnen- als auch bei Spannerraupen eine raschere und wirksamere Abtötung zu erzielen ist als mit „2152".

Über die Durchführung dieser Freilandversuche mit Nemotan gegen Nonne und Kiefernspanner liegen nun einige Arbeiten[2]) vor, deren Ergebnisse im folgenden kurz wiedergegeben werden sollen.

Als Versuchsflächen für die Flugzeugbestäubung zur Bekämpfung der Nonne wurden im Frühjahr 1939 zwei Flächen von 155 ha (Feld 14) und 115 ha (Feld 15) im Bereich des Forstamts Ansbach in Mittelfranken ausgesucht. Leider war die Witterung während der Bestäubungsaktion sehr ungünstig, so daß der Giftstaub immer wieder durch Regen von den Kronen abgewaschen wurde und die Belegung mit der erforderlichen Staubmenge innerhalb der vorgesehenen Zeit sich überhaupt nicht ermöglichen ließ. Ebenso verlief infolge des naßkalten Witterungscharakters eine ungefähr gleichzeitig mit der Versuchsbestäubung vorgenommene Bekämpfung der Nonne auf einer anderen Fläche mit dem Dinitrokresolpräparat Detal negativ. Sowohl die mit Nemotan als auch mit Detal bestäubten Flächen mußten zu einem späteren Zeitpunkt noch nachbestäubt werden.

Eine Anfang Juni 1939 bei trockenem warmen Wetter durchgeführte Nemotanbestäubung auf einer ebenfalls im Bereich des Forstamts Ansbach liegenden Fläche (Feld 17) bot dann schließlich die Möglichkeit ein Urteil über die abtötende Wirkung des neuen Mittels auf Nonnenraupen abzugeben. Zum Vergleich des Abtötungserfolges wurden auch hier wieder zu demselben Zeitpunkt mit Dinitrokresol bestäubte Flächen herangezogen. Dabei ergab sich einwandfrei, daß mit Nemotan praktisch der gleiche Erfolg wie mit den Dinitrokresolpräparaten gegen die Nonnenraupen zu erzielen ist. Diese Tatsache wurde durch das im August vorgenommene Probepuppensammeln in den betreffenden Beständen noch weiter erhärtet.

Abgesehen vom Bestäubungserfolg an sich ist aber bei der Nemotanbestäubung ein Umstand noch besonders bemerkenswert, nämlich der Wegfall der Verbrennungserscheinungen an den Fichtenmaitrieben. Während bei den Dinitrokresolvergleichsbeständen überall starke Verbrennungserscheinungen auftraten, wiesen die von Nemotan getroffenen Maitriebe keinerlei Schäden auf, sondern zeigten lediglich eine kaum wahrnehmbare gelbliche Verfärbung, die aber wieder verschwand. Bei den im August auf

[1]) Vgl. Zeitschr. f. angew. Entomologie Band 25, S. 381—396, 1939. Forstw. Centralblatt 60. Jahrgang, S. 757—769, 1938. Nachrichten über Schädlingsbekämpfung 14. Jahrgang, Nr. 1, S. 1—43, 1939.

[2]) Hofmann, Chr. und Dauberschmidt, K., Freilandversuche mit einem neuen Berührungsgift gegen die Nonne (*Lymantria monacha* L.). Forstw. Centralblatt 61. Jahrgang, Dezember 1939; ferner Hofmann, Chr., Die Bekämpfung des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.) mit dem Kontaktstäubemittel „Nemotan". Anzeiger für Schädlingskunde 16. Jahrgang, Heft 1, Januar 1940.

Feld 17 gefällten Probestämmen war überhaupt keine Nachwirkung der Bestäubung an den Maitrieben mehr zu erkennen, vielmehr waren sie ebenso grün und kräftig wie die Maitriebe nichtbestäubter Bäume und praktisch auch von diesen nicht mehr zu unterscheiden. Auch vom Wind abgetriebenes Nemotan, das auf Äcker gelangte, verursachte keine Schädigung der Fluren.

Fernerhin sind auch keine Schädigungen von Menschen, Vieh, Wild, Vögel und Bienen bekannt geworden. Auf den Menschen scheint Nemotan keinerlei Giftwirkung zu haben, was vor allem für die Bedienungsmannschaften der Flugzeuge und Motorverstäuber durch Wegfall der Staubmasken usw. von großem Wert ist und die Arbeit wesentlich erleichtert.

Ein ähnliches Ergebnis wie bei der Nemotanbekämpfung der Nonne in Mittelfranken konnte im August 1939 mit der Nemotanverstäubung mittels Motorverstäuber gegen die Raupen des Kiefernspanners in der Oberpfalz erzielt werden. Im Bereich des Forstamts Bodenwöhr waren rund 60 ha Kiefernwaldungen durch den Spanner stärker gefährdet, so daß zur Bekämpfung geschritten werden mußte. Von der Gesamtfläche wurden nicht ganz 15 ha mit Nemotan, alles übrige mit dem Dinitrokresolpräparat Detal behandelt.

Was die Wirkung der Bestäubung betrifft, so ergab auch in diesem Fall die Erfolgskontrolle — was nach den Laboratoriumserfahrungen vermutet werden konnte — daß Nemotan dem Dinitrokresol in seiner abtötenden Wirkung auf die Spannerraupen völlig gleichkommt. Bemerkenswert ist noch, daß in den mit Detal bestäubten Beständen an vielen Orten erhebliche Nadelverbrennungen festgestellt wurden, die wohl mit dem warmen und trockenen Weiter während der Bestäubung in Zusammenhang zu bringen sein dürften. Die mit Nemotan bestäubten Bestände wiesen dagegen keinerlei Verbrennungsschäden auf.

Überblickt man zusammenfassend das Ergebnis der mit Nemotan im Jahre 1939 gegen Nonne und Kiefernspanner durchgeführten Freilandversuche, so kommt man zu der Schlußfolgerung, daß dieses Mittel geeignet ist, ähnlich wie die bis jetzt verwendeten Dinitro-o-Kresolpräparate im Kampf gegen die Nonne und gegen den Kiefernspanner mit Erfolg eingesetzt zu werden. Wenn auch die Schnelligkeit der Wirkung des Nemotan hinter dem Dinitrokresol noch zurücksteht, ein Umstand, der eventuell durch eine etwas höhere Belagsdichte ausgeglichen werden kann, so sind doch die Vorteile, die das neue Mittel gegenüber dem Dinitrokresol besitzt, um so beachtlicher. Als wichtigster Fortschritt auf diesem Gebiet dürfte wohl die Ungiftigkeit des neuen Mittels für Warmblüter hervorzuheben sein, ein Umstand, der das Arbeiten mit diesem Präparat wesentlich erleichtert (Wegfall von Staubmasken usw.). Der Umstand, daß das neue Mittel keine schädlichen Nebenwirkungen hervorruft, und dadurch gesundheitliche Schädigungen ausschließt, ist von außerordentlicher Bedeutung.

Ein weiterer Fortschritt liegt ferner darin, daß Nemotan keine Verbrennungserscheinungen an den Maitrieben der Fichten verursacht. Auch bei Laubbäumen und Kulturgewächsen scheinen nach allen bisherigen Beobachtungen Verbrennungsschäden nicht zu entstehen. Noch weniger sind Kiefern gefährdet.

Im Gegensatz zum Dinitrokresol, das sich verhältnismäßig rasch zersetzt, behält Nemotan längere Zeit seine Wirksamkeit, wodurch die Möglichkeit einer stärker anhaltenden Einwirkung auf die Schädlinge gegeben ist. Seine physikalischen Eigenschaften, speziell die Verstäubbarkeit und die Haftfähigkeit sind in der Zwischenzeit noch vervollkommnet worden und entsprechen denen der Dinitrokresolmittel.

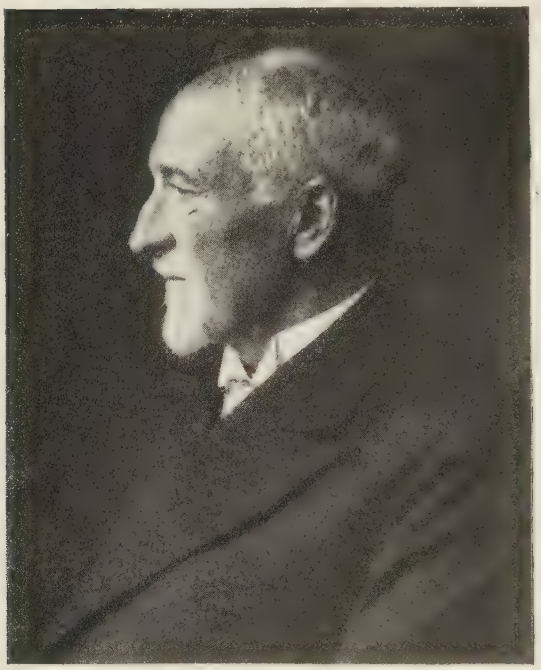
So stellt also Nemotan, wie die Freilandversuche gegen die Nonne und gegen den Kiefernspanner zeigten, einen weiteren bedeutsamen Fortschritt auf dem Wege zur Vervollkommnung unserer im Forst gebräuchlichen Schädlingsbekämpfungsmittel dar.

Chr. Hofmann, München.

Personalia

Karl Eckstein †

Am 22. April ist Karl Eckstein fern von der Heimat in Dubrovnik (Ragusa), wo er Erholung suchte, im Alter von 80 Jahren, ganz unerwartet verschieden. Er war durch mehrere Dezennien hindurch einer der bekanntesten Vertreter der deutschen Forstentomologie und ein großer Teil der deutschen Forstmänner haben bei ihm ihre Ausbildung in der Forstinsektenkunde erhalten. Seine Kenntnisse auf diesem Gebiet waren erstaunliche, und er wußte dieselben stets auch nutzbar zu machen für die Praxis. Unermüdlich im Beobachten bis in die letzten Tage hat er die Forstentomologie mit einer Fülle neuer Erkenntnisse bereichert. In der Geschichte unserer Wissenschaft wird sein Name unvergessen bleiben [1]).



K. Eckstein

L. Rhumbler

Ludwig Rhumbler †

Wenige Tage nach seinem 75. Geburtstag, am 6. Juli, ist L. Rhumbler nach längerem Leiden gestorben. Rhumbler nahm sowohl in menschlicher als auch in wissenschaftlicher Beziehung eine überragende Stellung ein: Von

[1]) Über seine wissenschaftliche Tätigkeit ist näheres in dieser Zeitschrift Bd. 14 (1930), S. 417—418 berichtet.

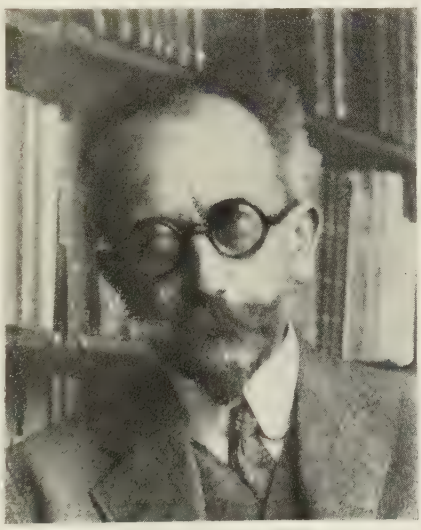
einem immer gleichbleibenden liebenswürdigen, selten bescheidenen, vornehmen Wesen, war er ein ganz feiner Gelehrter, dem das Vordringen in die Tiefe innere Notwendigkeit bedeutete. Er war begeistert von seiner Wissenschaft und voll erfüllt von der Erhabenheit der Naturforschung, daher allem Kleinlichen abhold. Auf jeden, der mit Rhumbler zusammen war, hat diese Ausgeglichenheit wohltuend gewirkt, und auch in seinen Briefen konnte man stets einen Hauch davon verspüren. Mit Rhumbler ist ein seltener Mensch von uns geschieden. Wir werden ihn schwer vermissen und seiner stets in Treue und Bewunderung gedenken [1]).

K. E.

Dr. Walther Horn †

Der 10. Juli 1939 hat den Schlußstrich unter ein reiches, schaffensfreudiges Entomologenleben gesetzt. Er hat Dr. Walther Horn der Geschichte der Wissenschaft überwiesen, die ihn selbst in immer steigendem Maße gefesselt hat.

Gerade die Jahre 1937, 1938, die Vorbereitungsjahre zum VII. Internationalen Entomologenkongreß, dessen Berliner Tagung vor allem Dr. Horns altes Ziel und Erfolg war, haben mich mit diesem rastlosen Entomologen sehr häufig und vertraut zusammengebracht, und von Herzen kam mir das, was ich in fröhlicher Runde am 16. August 1938 im Harnackhause dem Herrn Generalsekretär der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in den Dank des Kongresses für die freundliche Aufnahme und Bewirtung in Dahlem einfließen ließ „wenn Ihnen, Herr Generalsekretär, der VII. Internationale Entomologenkongreß für die Ehre des Empfanges hier seinen wärmsten Dank ausspricht, ebenso wie der von Ihnen vertretenen hochberühmten Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, so bin ich auch gewiß, daß die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, der das Deutsche Entomologische Institut gehört, die Verleihung der Ehrenmitgliedschaft der Internationalen Entomologenkongresse an ihren Mann, Herrn Dr. Walther Horn, mit besonderer Befriedigung vernommen hat. Sie kennt Herrn Dr. Horn ja lange als Gelehrten von weitem Wissen, peinlich sauberer Arbeit und scharfem Verstande, alles Eigenschaften, deren Hochschätzung international ist, selbst wenn der Verstand so scharf ist. Es besteht allerlings Verdacht, daß Dr. Horn das Ideal der bequemen Untergebenen nicht übertroffen hat. Aber so ist er nun einmal. Auch ich schicke täglich ein Gebet gen Himmel, daß Kollegen Horn nach Schluß des Kongresses nicht zu viel „meminisse" ankommt. Daß wir uns sonst gut vertragen, wird mir den Kopf nicht trocken halten, wenn es Kollegen Horn um die deutsche Entomologie geht. Jedenfalls ist er insofern neuzeitlich, als er uns das kämpferische



Horn

[1]) Eine eingehende Darstellung seiner wissenschaftlichen Tätigkeit ist in dieser Zeitschrift Bd. XVI (1930), S. 419—422 erschienen.

Prinzip unentwegt vorlebt, das als Kritik eines der Fundamente der Wissenschaft ist. Doch auch hier gilt „nur der irrt nie, der zu allem den Mund hält". Die Liebe aber seiner Kollegen hat Dr. Walther Horn weniger durch seine Streitbarkeit gewonnen als durch die entgegengesetzte Seele, die in seiner Brust mehr Räume bewohnt, seine stete Hilfsbereitschaft, seine Art, eine Anfrage oder Bitte nicht nur zu erledigen, sondern im Sinne des Korrespondenten oder Besuchers möglichst gut zu bearbeiten. Das ist eine gewaltige Aufgabe. Denn Sie selbst, Herr Generalsekretär, wissen am besten, wie aus diesem wissenschaftlichen Fernamt zahllose Leitungen es nicht nur selbst mit aller Welt, sondern auch die Entomologen anderer Länder unter sich verbinden. In diesem Sinne ist das Deutsche Entomologsiche Institut im besten Sinne national und international."

Als mir unser Walther Horn dann fröhlich drohte und die Hand schüttelte, habe ich nicht geahnt, daß wir diesen vortrefflichen Mann so bald verlieren sollten. Zwar war seine Gesundheit schon lange geschwächt. Er selbst hat das ja so sehr empfunden, daß er das Generalsekretariat des Kongresses Anfang 1937 bereits niederlegte. Aber nicht mit falschem Hals. Stets ist er mir und anderen in jeder Angelegenheit, die den Kongreß betraf, ein nützlicher und nimmermüder Berater gewesen, dem ich mich persönlich zu größtem Danke verpflichtet fühle, und es ist mir eine besonders liebe Erinnerung, seine geistvolle Unterhaltung in diesen Jahren noch oft genossen zu haben. Niemandem von uns aber hat ein Gedanke, es könne bereits so ernst stehen, im vorigen August die Freude getrübt. Und nun liegt dies reiche Gelehrtenleben abgeschlossen dem Urteil der Geschichte vor.

Dr. Walther Horn ist geboren am 19. Oktober 1871 in Berlin als Sohn des Fabrikbesitzers Wilhelm Horn und dessen Gattin Elisabeth geb. Roessner. 1879 war er bereits Sammler, 1889 kam es zu der sein Leben bestimmenden Bekanntschaft mit Kraatz, 1891: Erste Veröffentlichung über Cicindeliden und die Monographie der paläarktischen Cicindeliden (gemeinsam mit H. Roeschke) 1893 zum Dr. med. promoviert. 1895 medizinisches Staatsexamen. 1896 Reise nach Nordafrika, 1899 nach Ceylon, 1902 nach Amerika und Ostasien. 1904 wurde er stellvertretender Direktor des Deutschen Entomologischen Nationalmuseums, das Kraatz 1886 in Berlin gegründet hatte. Im gleichen Jahre 1904 verheiratete er sich mit Agnes v. Ditfurth, seiner „Gnädigen". 1905 und 1906 wurde Horn zweimal Vater. 1909 wird er Direktor des Deutschen Entomologischen Museums, im gleichen Jahre stirbt Kraatz. 1910 tritt Horn mit andern zum Exekutivkomitee der Internationalen Entomologenkongresse zusammen, deren erster 1910 in Brüssel stattfand. Diesem Ausschusse gehörte er bis 1938 an. 1908—1915 bearbeitete er die Cincindelen für Wytsmans Genera Insektorum. 1911—1914 richtete er das Deutsche Entomologische Museum neu in seinem jetzigen Gebäude ein. 1912—1922 gab er die Entomologischen Mitteilungen und Supplementa Entomologica heraus. 1915—1918 war er als Feldarzt an der Ostfront. 1919 mit Beginn der Inflation gab es ernste Sorge um den Bestand des Museums, das ja auf der Hinterlassenschaft von Kraatz wirtschaftlich ruhte. 1920 erreichte er die Übernahme des Museums durch die Stadt Berlin. 1920 auch Änderung des Namens in Deutsches Entomologisches Institut. 1921, also rund 40 Jahre alt, beginnt er die Aufsatzreihe „et meminisse et vaticinari liceat" (bis 1938). 1922 gelang es seinen Bemühungen, das Institut durch Übernahme seitens der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft engültig zu sichern. Nach Vorarbeiten und Planungen (seit 1920) rief Dr. Horn die erste Wanderversammlung deutscher Entomologen ins Leben. Sie tagte in Halle. 1928—1929 arbeitete er mit Schenkling am Index Litt. Entom. 1934 schloß das Deutsche Entomologische Institut seine Arbeitsgemeinschaft mit der Biologischen Reichsanstalt. Seitdem geben die beiden Institute gemeinsam die „Arbeiten über morphologische und taxonomische Entomologie" heraus. 1935—1937 erschien Horns großes dreibändiges Werk „Über entomologische Sammlungen, Entomologen und entomologische Museum". 1935 hatte er auch den Erfolg, auf dem VI. Internationalen

Entomologenkongreß in Madrid ein altes Ziel durch die Wahl von Berlin zum Kongreßort für den VII. Kongreß 1938 erfüllt zu sehen. 1938 wurde er von dieser Versammlung zum Ehrenmitglied der Internationalen Entomologenkongresse gewählt. Das Jahr 1939 rief ihn am 10. Juli auf dieser rastlosen und bis zum Schluß fruchtbaren Tätigkeit ab. Das sind nur einige der wichtigsten Daten aus Dr. Horns Leben. Dr. H. Schachtleben hat uns bereits im August eine ausführliche Darstellung und ein Verzeichnis von fast 400 Veröffentlichungen Dr. Walther Horns in den „Arbeiten über morphologische und taxonomische Entomologie" geschenkt.

Das sichtbarste Werk des Entschlafenen ist das Deutsche Entomologische Institut. Als reines Museum hatte er es übernommen, es aber der Zeit entsprechend weitergebildet. Es war die Not der Inflation, welche Horn dazu brachte, den Aufgabenkreis der Kraatzschen Schöpfung über den rein musealen Zweck zu erweitern und es den Erfordernissen der Zeit entsprechend, praktischen Aufgaben, zunächst der wissenschaftlichen Auskunft und Hilfeleistung auf dem Gesamtgebiet der Entomologie dienstbar zu machen. Heute kann die Nation mit Recht auf das Deutsche Entomologische Institut stolz sein. Denn es besitzt nicht nur eine der größten Insektensammlungen und eine der reichhaltigsten entomologischen Bibliotheken und vollständigsten Bibliographien und Karteien, sondern hat aus solchem Stoff, zusammen mit Insekten behandelnder neuer und alter Kunst und Kunsthandwerk sich eine eigenartige charaktervolle Ganzheit mit ausgeprägter Morphe geschaffen. Es ist wohl so etwas Einzigartiges in der Welt: Eine Ausprägung der vielseitigen und doch organisch gefügten Anschauung, die der Gestalter dieses Instituts von seiner geliebten Entomologie hatte. Davon zeugten besonders die noch in den letzten 8 Jahren gesammelten Belegstücke für Schadwirkungen von Insekten, die außerordentlich sehenswert sind. Denn überhaupt sollte das Institut nicht Selbstzweck sein. Horn hat es vielmehr in die Ehe mit der Biologischen Reichsanstalt geführt, in der sich die Charaktere beider Institutionen wundervoll ergänzen können und die im Entomologischen Institut gehäuften Werte reiner Wissenschaft dem praktischen Nutzen unseres Volkes und der Menschheit dienstbar werden. Neben dem geschlossenen Aufbau, dem Reichtum der Sammlungen, dem großen Bücher- und Schriftenschatz, dem lebhaften Austausch und Verleihwesen, der reichen Auskunftei, ist an dem Institut bemerkenswert die sachgemäße und sparsame Verwaltung, in der sein Leiter Meister war. Galt ihm doch immer die Sache alles, das Persönliche gar nichts. Bei sauberster und ordentlichster Geschäftsführung im eigenen Betriebe war Dr. Horn überempfindlich gegen Berührung mit irgend etwas nicht ganz Sauberem oder Egoistischem im Verkehr mit anderen.

Die musterhafte Ordnung dieses Instituts lebte weder durch Blitz und Donner, noch durch pedantisches Anklammern an ein stilles, starres Paragraphennetz. Man beobachtete weit mehr einen freundlichen Vater seiner Mitarbeiter, und so scharf Horns Wort treffen konnte, habe ich in seinem Institut doch nie ein unfreundliches Wort von ihm gehört. Überhaupt stand er jüngeren Menschen, vor allem jüngeren Fachgenossen, an denen er Tüchtigkeit sah, von Natur väterlich gegenüber, und mehrfach bemerkte ich, wie lebhaft er es bedauerte, daß er in den schweren Zeiten dem einen oder anderen nicht helfen konnte. Doch so wenig er etwas um Dank tat, hat er doch wohl manches Mal Dank vermißt.

Lange Zeit hat Horn für seine Verwaltungs- und Forschungsarbeit am Museum keinerlei Vergütung beansprucht. Ermöglichte ihm doch seine wirtschaftliche Lage, darauf zu verzichten. Umgekehrt, er hat dem Institut und den von ihm ins Leben gerufenen Fachzeitschriften manches Opfer gebracht, was er allerdings wohl nie als Opfer, sondern als Freude empfunden hat. Aber diese Uneigennützigkeit betraf nur seine eigene Person. Wehe dem, von dem er für sein Institut eine Gefahr sah. Für dessen Rechte und Zukunft konnte er mit größter Rücksichtslosigkeit jedem entgegentreten, unbekümmert darum, wie stark er sich

selbst exponierte. So ist es ihm dann auch beschieden gewesen, dies Kabinettstück deutscher Wissenschaft bis zu seinem Tode durch alle Fährnisse in der von ihm gegebenen Richtung hindurch zu steuern. Hat sich Horn an sein Institut verloren, so ist es selbst ein Stück von ihm geworden, das uns geblieben ist.

„Die erste Käfersammlung erhielt Horn von seinem Vater. Aus seinen Tagebuchaufzeichnungen, die im Jahre 1888 beginnen, geht hervor, daß er bereits als Primaner bei verschiedenen Insektenhändlern für seine Sammlung Material aufkaufte, ursprünglich Käfer allgemein, bereits 1889 aber hauptsächlich Carabiden und schon von 1890 an vornehmlich Cicindeliden. Auch sammelte er selbst schon frühzeitig sehr eifrig. Seine Sammeltätigkeit wurde von ihm auch besonders in seinen späteren Jugendjahren in Blankenburg im Harz fortgesetzt, wenn er dort mit seinen Eltern in der Sommervilla weilte. Er hatte ursprünglich die Absicht, die Universitätskarriere einzuschlagen und hat seiner Frau gegenüber besonders im Hinblick auf die jahrelangen Kämpfe, die er wegen des Instituts durchzufechten hatte, sein Bedauern geäußert, daß er seine Absicht nicht wahrgemacht hat. Das Prof. Kraatz gegebene Versprechen, das Institut aufzubauen und zu leiten, hat ihn jedoch abgehalten, seine Absicht durchzuführen [1])." So blieb die Freundschaft mit Kraatz nicht nur bis zu seinem Tode ungetrübt, sondern hat in vorbildlicher Weise überdauert, bis auch Horn heimgerufen ist.

Als Sammler und Spezialist ist der Entschlafene seiner ersten Liebe, den Cicindeliden sein Leben lang treugeblieben und war hier in seinem Sonderfach eine in der ganzen Welt anerkannte Autorität von jungen Jahren bis an sein Lebensende. Seine Cicindelidensammlung ist heute die größte der Welt und ungeheuer reich an Typen. Die systematische Insektenkunde verdankt ihm aber mehr als das, was sie jedem tüchtigen Spezialisten dankt. Ist er doch stets bemüht gewesen, Verständnis für dies Fach in weitere Kreise zu tragen, die Fachgenossen zu sammeln, die Fachliteratur zu stärken, und dieser Disziplin, welche nun einmal die Grundlage der andern ist, eine gesunde Zukunft zu sichern. Dem dienten die von ihm herausgegebenen Zeitschriften und dem dienten seine Wanderversammlungen deutscher Entomologen. Aus dem Wunsche, die systematische Entomologie und vor allem ihre Zusammenfassung in der Welt zu fördern haben er und seine Freunde die internationalen Entomologenkongresse ins Leben gerufen, die später auch eine so hervorragende Sammelstätte aller anderen entomologischen Disziplinen geworden sind. Außer den Namen Severin und Lesne, denen wir schon in den Reiseberichten aus Horns erster Jugendreise begegnen, nenne ich besonders seinen verdienten Freund Dr. K. Jordan unter den Vätern dieser Kongresse. An diesen beiden Einrichtungen durfte Horn viel Freude erleben. Über die Wanderversammlungen von 1926 in Halle, 1927 in Stettin, 1929 in Gießen, 1930 in Kiel bis zu denen 1934 in Berlin und 1936 in Hannoversch-Münden ist ihre Bedeutung und der Wert des Gebotenen gewachsen. Für alle diese Tagungen hat Horn das Amt des ständigen Sekretärs und damit einen guten Teil der Vorbereitungsarbeit auf sich genommen. Vor allem die Tagung in Berlin, die bei lebhafter Beteiligung amtlicher Stellen unter A. Hases gewandter Leitung einen besonders glücklichen Verlauf nahm, wird allen Teilnehmern in Erinnerung bleiben. Sie bewies das Ausmaß, in dem es Horn gelungen war, in diesen Versammlungen allen Zweigen der deutschen Entomologie einen Mittelpunkt zu geben und Verständnis für die Bedeutung ihrer verschiedenen Bestrebungen in weiten Kreisen zu wecken. Ohne der deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie den Vorrang ihrer Versammlungen auf ihrem Gebiete streitig machen zu wollen, oder Abbruch zu tun, hat er doch die Wanderversammlungen auch diesem Zweig, dessen Geist so leicht zu fassen ist, weit geöffnet. Das war zweifellos in unserer, von praktischen Notwendigkeiten stark bestimmten Zeit, nicht ungeschickt. Ebenso haben die internationalen

[1]) Nach Nachrichten von Kollege Sachtleben.

Entomologenkongresse, die sich 1910 in Brüssel und 1912 in Oxford noch geradezu als private Angelegenheit der Entomologenwelt präsentierten, nicht nur eine größere Zahl Teilnehmer gefesselt und ein immer reicheres wissenschaftliches Material bewältigt, sondern auch in immer steigendem Maße wissenschaftliche Einrichtungen und andere Staatsstellen aller zivilisierten Nationen interessiert und so zu einem Verständnis der entomologischen Arbeit und ihrer Aufgaben und zur Mehrung ihres Ansehens beigetragen. Die Versammlungen in Zürich, Ithaca, Paris, Madrid und Berlin sind nach dem Kriege Meilensteine dieses Fortschrittes gewesen. Die Vorbereitungsarbeiten auch dieser Kongresse für Deutschland hat all die Jahre bis 1937 in Horns Hand gelegen und mit bestem Ergebnis, wie die reiche Beteiligung deutscher Kreise bewiesen hat. Das über die organisatorischen Arbeiten!

Schriftstellerisch ist Horn erst in reiferen Jahren zu allgemeineren Problemen vorgeschritten und hat dann zu recht vielerlei die Biologenwelt angehenden rein wissenschaftlichen, historischen (51 Aufsätze) und technischen Fragen (allein 19 museologische Veröffentlichungen) das Wort genommen. Da sprach also nicht ein Jüngling, der ernster, produktiver Arbeit auf einem Einzelgebiete und exakten, aber mühevollen Leistungen aus dem Wege gehend, sich lieber über Allgemeinheiten verbreitete. Nein, Horn ging von sauberster Einzelforschung aus, wurde vorweg einmal in der ganzen Welt anerkannter Spezialist, praktischer Organisator und exakter Verwalter. Dann erst, auf der Grundlage einschlägiger Lebenserfahrung und durch seine Erfolge legitimiert, griff er in allgemeine praktische oder theoretische Angelegenheiten ein. Er wurde daher auch stets sehr ernst gehört, selbst wo er einmal vorbeihieb oder — eine besondere Gefahr für ihn — die Dinge logisch überspitzte. Grade sein letztes Werk: Über entomologische Sammlungen, Entomologen und Entomologische Museen, legt Zeugnis ab von der Liebe, mit der er dem Schicksal der Sammlungen gefolgt ist, und gibt uns wie ein Vermächtnis die Früchte der sorgenden Überlegungen vieler Jahre eines langen Lebens zum Schicksal seiner Wissenschaft. Es ist aber auch ein Beleg dafür, wie frei von den consensus omnium Horn seine Ideen faßte und wie unbekümmert er das durch Verstand und Erfahrung als richtig Erkannte auszusprechen liebte, selbst wenn er voraussetzen durfte, zunächst einmal auf allgemeine Ablehnung zu stoßen.

Seine Ansichten verteidigte er hartnäckig, wie er zäh in Freundschaft und Feindschaft war. Aber wenn er auch mal persönlich zu werden schien, so war doch immer der Hintergrund das Sachliche, die Sorge um seine große Liebe, die entomologische Wissenschaft und ihre Institute, Sammlungen und Versammlungen, was ihm die Feder schärfte gegen Jedes und Jeden, von dem er hier Schaden fürchtete. Diesen Sorgen sind viele seiner meminisse-Aufsätze entsprungen, die, geistvoll wie sie waren, sich selbst dann gut lasen, wenn man selbst einmal die Zielscheibe war. Reizvoll wäre ein Blick in Horns Jugend, wie unter ihren Verhältnissen diese mutige, rein sachliche, persönlich oft schonungslose Art, für das richtig Gehaltene einzutreten, sich aus dem ererbten Charakter entwickelt hat. Jedenfalls hat sie ihm auch manchen Gegner verschafft. Viel Feind, viel Ehr!

Sohn eines wohlhabenden Vaters zu sein, ist nicht immer ein Glück. Dr. Horn aber erlaubte die wirtschaftliche Sicherung die volle Entfaltung seines selbständigen Wesens. Niemals in seinen reiferen Jahren hat er seine Arbeit oder gar seine Meinung von einem anderen Menschen abhängig gemacht, ja nicht einmal von der Gesamtmeinung der Zeit. Köstlich prägt sich seine Nichtachtung von Anschauung und Handlungsweise der Mehrheit in dem kleinen meminisse-Aufsatz aus „über den Mut, ein Bettler zu sein". Unbekümmert um geldwerten Vorteil, gleichgültig gegen äußere Ehren, schaffte er für die Werte, in deren Dienst er sein Leben gestellt hatte. Wenn man aus Gesprächen und späteren Aufsätzen Horns weiß, was ihn alles beschäftigte und wie wenig einseitig er war, so bewundert man die Sicherheit, mit der er seine Arbeit im wesentlichen

auf ein besonderes, aber in großer Schau gesehenes Aufgabengebiet, die entomologische Wissenschaft, konzentrierte. In der Beschränkung zeigt sich erst der Meister.

Doch hatte ihm das Schicksal zu der Unabhängigkeit der persönlichen Entwicklung durch die günstigen Lebensverhältnisse wie zum Ausgleich körperliche Stärke und Gesundheit verweigert. Aber selbst dieser Nachteil wurde in seinem Leben fruchtbar. Führte ihn doch die Sorge für seine Gesundheit zeitig auf Reisen ins Ausland, die ihm erlaubten, seinem Lebensziel zu dienen, ohne einem Auftraggeber verpflichtet zu sein. Sie ergaben eine reiche Sammelausbeute und fesselnde biologische und kulturelle Beobachtungen. Seine brieflichen Berichte von diesen Reisen lasen sich so gut, daß mehrere in Fachzeitschriften abgedruckt wurden, ja zwei sogar in fremde Sprachen übersetzt sind. Darüber hinaus lernte er aber bei diesen Gelegenheiten früh über den Kirchturm hinauszusehen, zu begreifen, daß man überall in der Welt, nicht nur bei uns, Sorgen hat, etwas leistet, Fehler macht, kämpfen muß. Hier entwickelte er seine Urteilsfähigkeit über und Anteilnahme an Menschen, seine Freude daran, Leute, die etwas geleistet haben, kennenzulernen, sein Interesse an der subjektiven und geschichtlichen, vor allem auch zeitgeschichtlichen Seite der Wissenschaft, seine Fähigkeit unsere Verhältnisse im Spiegel des Auslandes zu sehen und aus den Erfahrungen des Auslandes für uns Wertvolle zu erkennen. Das sind jene Seiten, die H o r n zum Mittler und Berater für so viele Fachgenossen aus allen Ländern machten. Entsprechend hat er nicht nur deutschen wissenschaftlich entomologischen Gesellschaften angehört. Er war auch Ehren- bzw. lebenslängliches Mitglied zahlreicher ausländischer Vereinigungen (s. K o r s c h e f s k y, Entom. Blätter 35. S. 184).

Doch wollen wir über den internationalen H o r n den nationalen nicht vergessen, der mit Selbstverständlichkeit und verantwortungsbewußt deutsch war, ohne davon Aufhebens zu machen.

Dieser deutsche H o r n wollte die deutsche Entomologie angesehen, und zwar m i t R e c h t in der ganzen Welt angesehen wissen. Er war stolz auch auf Deutschlands Leistungen, auf die alten, großen, d e u t s c h e n Entomologen, und die seiner Vaterstadt Berlin im besonderen. Man soll auch nicht vergessen, daß seine Vorarbeiten zu den Wanderversammlungen deutscher Entomologen in der schlimmsten Zeit des Vaterlandes begannen, bereits 1926 in Halle zu einem ersten schönen Erfolg führten, und heute sich der Teilnahme und Beachtung der ausländischen Entomologenwelt in steigendem Maße erfreuen, ein wertvolles Stück Kulturpropaganda. In der Zeit tiefsten Niederbruches war er kein Zuschauer, sondern Aufbauarbeiter, ein Mann der Tat. Mit seinen Freunden hat er in der Zeit starker Verfehmung der deutschen Wissenschaft den ersten internationalen Entomologenkongreß nach dem Kriege, den dritten der ganzen Reihe, in Zürich zustande gebracht, wo die deutsche Sprache gewaltig überwog, während sie von anderen wissenschaftlichen Kongressen der gleichen Zeit zum Teil noch völlig verbannt war. Zollen wir den Männern Beifall, welche die deutschen Gelehrten zurückhielten, internationale Kongresse zu besuchen, wo der deutschen Sprache keine gebührende Achtung geschenkt wurde, wieviel mehr dem, der gegen alle Widerstände einen internationalen Kongreß durchsetzte, wo ihr die gebührende Achtung geschenkt wurde. Es war für ihn eine Notwendigkeit, daß Sitz des Kongresses auch einmal Deutschland, am besten Berlin, wurde, und er hat an diesem Plan gearbeitet, bis er ihn verwirklicht sah, in einer Veranstaltung, die man als die bisher machtvollste Kundgebung der Biologie überhaupt bezeichnet hat. Sie gab ihm für frühere Enttäuschung die Genugtuung, auf die er nicht nur gehofft, sondern mit Bestimmtheit gerechnet hatte.

Am Anfang dieses, scheinbar ganz der Wissenschaft gehörigen Lebens stand kein junger Mensch, der mit Scheuklappen nur ein Interessengebiet gesehen hätte. H o r n ist nie ein Stubenhocker gewesen und hat fröhliche Geselligkeit durch sein ganzes Leben in der jedem Alter entsprechenden Weise gern gepflegt. In jungen Jahren war er ein eifriger Tennisspieler und Radfahrer. Seine Frau hat

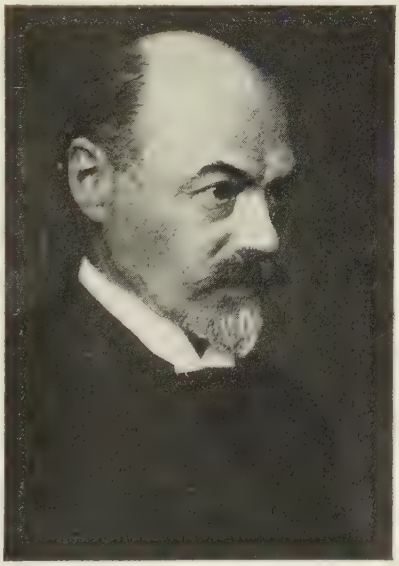
er beim Tennisspiel in Bad Harzburg kennengelernt. Seine gewaltige Arbeitsleistung in den reifen Jahren wurde zweifellos begünstigt, ja vielleicht erst möglich gemacht durch das angenehme Heim und das glückliche Familienleben, für das seine liebenswürdige Gattin in feinster Weise zu sorgen verstand. Sonst hat ihm das Familienleben Glück und Leid gebracht. Von seinen Brüdern starb Alexander bereits 1901, und der andere, Karl, fiel als Major 1914. Seine Kinder aber blieben ihm beide erhalten, seine Tochter Ruth, geboren 1905, verheiratet mit Dr. Kirberg, Chemiker bei den I. G. Farben, hat längst ihr eigenes Heim, während sein 1906 geborener Sohn Wolf noch in Berlin lebt.

Überblickt man Walther Horns ganzes Sein und Wirken, wie er die Entomologie in Deutschland gestützt und belebt und in den Wanderversammlungen, ohne Ausschluß der praktischen Seite gerade der sammelnden Entomologie, wie er ausdrücklich betonte, ein Zentrum und einen sichtbaren Sammelpunkt gegeben hat, wie er im internationalen Kreise großes Ansehen genoß und durch 28 Jahre die deutschen Belange neben den wissenschaftlichen dort vertreten hat, so stellt man mit Trauer fest, daß mit ihm eine der markantesten, bekanntesten und wertvollsten Führerpersönlichkeiten der deutschen Entomologie zu den Vätern versammelt ist. Ehre seinem Andenken. E. Martini.

Robert Lauterborn

(zum 70. Geburtstag)

Am 23. Oktober d. J. beging in Freiburg i. Br. an der Stätte langen Wirkens Professor Dr. R. Lauterborn seinen 70. Geburtstag. Sein ganzes Leben, Forschen und Wirken stand von jung auf im Dienste eines großen Gedankens: der Erforschung der Naturgeschichte des Rheines samt seiner Einzugsgebiete vom Ursprung bis zur Mündung.



Lauterborn

Am Rhein geboren, hatte er um diese Aufgabe willen fast sein ganzes Leben in seiner Nähe verbracht, ihr zuliebe hier studiert, geforscht, gelehrt und ihretwegen verzichtete er nach jahrelanger entbehrungsreicher Privatdozententätigkeit sogar auf einen so ehrenvollen Ruf, wie den als Nachfolger Hofers die Leitung des bedeutenden Fischereibiologischen Institutes in München zu übernehmen. Sie hätte ihn seiner eigentlichen Aufgabe entzogen. Nur aus diesem Zusammenhang heraus läßt sich Lauterborns Wesen und Werk verstehen und richtig würdigen: Als Mensch bescheiden, stets zu Rat und Hilfe bereit, ohne jedes äußere Geltungsbedürfnis, ganz und begeistert nur seiner Arbeit lebend, die — bei ihrer großen Vielseitigkeit — umfassendes Forschen und Wissen erforderte. —

Er wurde 1869 als Sohn einer alten Buchhändler- und Buchdruckerfamilie in Ludwigshafen a. Rh. geboren. Hier verlebte er Jugend und Gymnasialzeit. Hier erhielt er auch seine ersten tieferen Eindrücke damals noch ursprünglicher Natur: die reiche Tier- und Pflanzenwelt des Stromes, seiner Bruch- und Au-

waldungen und die der angrenzenden Gebiete bot vielseitige Anregungen. Im benachbarten Heidelberg studierte er. Seine ganze Veranlagung verwies ihn auf biologische Fächer. Bedeutende Persönlichkeiten, die damals in Heidelberg wirkten, waren seine Lehrer: so der Zoologe Bütschli, zu dem er in nähere Beziehung trat. Bei ihm promovierte er 1896 und bei ihm habilitierte er sich zwei Jahre später.

Seine Einzelforschungen aus jener Zeit, die verschiedene Tier- und Pflanzengruppen betreffen, sind verstreut erschienen. Er faßte sie 1904 in den „Beiträgen zur Fauna und Flora des Oberrheines“[1]) zusammen, und ergänzte diese später durch die „Ergebnisse der biologischen Untersuchung des Oberrheins“[2]). Sie umfassen alle Tiergruppen von den Protozoen bis hinauf zu den Säugern. Jede wurde durch ihn um neue, erstmalige, und tiergeographisch sehr bemerkenswerte Funde bereichert. Als geborener Pfälzer galt begreiflicherweise seine besondere Neigung der engeren Heimat. Sie verdankt ihm die Entdeckung vieler Seltenheiten[3]) und besitzt in ihm auch heute noch ihren besten naturkundlichen Kenner. — Auch aus dem Gebiet der Insektenmorphologie veröffentlichte er in jener Zeit verschiedene Untersuchungen[4]).

Schon frühzeitig tritt in Lauterborns Arbeiten ein ausgesprochener Sinn für geschichtliche Betrachtungsweise hervor. Er äußerte sich in vielen seiner Schriften durch feinsinnige Randbemerkungen und biographische Notizen[5]), die einen ungemein anregenden Einblick in Leben und Schaffen der älteren Forschergeneration geben. Ihm verdanken wir auch die Entdeckung und Neuherausgabe des fast verschollenen „Vogel-, Fisch- und Tierbuches des Straßburger Fischers Leonhard Baldner aus dem Jahre 1666“[6]). Für die Kenntnis der ursprünglichen Verhältnisse der Großfauna des Oberrheins und seiner Nebengebiete ist es außerordentlich aufschlußreich.

Erst nach fast 20jähriger Privatdozententätigkeit fand Lauterborns Arbeit äußere Anerkennung: 1918 wurde er auf den Lehrstuhl für Forstzoologie an die Technische Hochschule Karlsruhe berufen. Mit der Verlegung der Forstlichen Abteilung nach Freiburg i. Br. siedelte er 2 Jahre später an dessen Universität über.

Sowohl die Karlsruher Zeit wie vor allem der Freiburger Wirkungskreis boten ihm die erstrebte Möglichkeit, sich ganz seiner Lebensaufgabe zu widmen. Jetzt werden auch die Quellgebiete des Rheines, der Bodensee, die benachbarten Einzugsgebiete, der Mittel- und Unterstrom von ihm durchforscht. Einige Auslandsreisen in die Subtropen und die Boreale Zone schärfen durch ihren Gegensatz seinen Blick für das Wesentliche der Verhältnisse des Rheingebietes und seiner natürlichen Lebensordnung.

In Freiburg beginnt sein Lebenswerk auszureifen und Gestalt zu gewinnen: 1930—1938 erschienen in rascher Folge die drei ersten Bände, betitelt „Der Rhein — Naturgeschichte eines deutschen Stromes“[7]). Sie umfassen im wesentlichen den geschichtlichen Teil, lassen aber den Gesamtplan des großangelegten Werkes deutlich erkennen. Nach der Gründlichkeit ihres Inhaltes kann man nur wünschen, daß die weiteren Bände bald folgen mögen. Sie betreffen das eigenste und engere Arbeitsgebiet Lauterborns.

[1]) In: Mitt. d. Pollichia Naturw. Ver. d. Rheinpf. Jg. 1904.
[2]) In: Arb. kais. Gesundheitsamt Bd. 22, 1905; Bd. 25, 1907 u. Bd. 26, 1916.
[3]) Ein Vegetationsbild des Pfälzer Waldes aus dem 18. Jahrhundert, l. c. 1903.
[4]) Zur Kenntnis der Chironomidenlarven. Zoo. Anz. Jg. 29, 1905; ferner: Tracheenkiemen an den Beinen einer Perlidenlarve (*Taeniopteryx nebulosa* L.). Ibid. Jg. 26, 1903.
[5]) Vgl. u. a. Zur Erinnerung an F. W. Schultz 1804—1876, l. c. Jg. 1906.
[6]) Ludwigshafen a. Rh. 1903.
[7]) Ludwigshafen a. Rh. 1930, 1934, 1938.

Die ursächliche Verknüpfung von Tier- und Pflanzenwelt unter sich und mit Boden, geologischen Verhältnissen, Klima, mit der Landschaft, dem Menschen, seiner Kulturarbeit und seiner Geschichte, hat Lauterborn folgerichtig in Forschung und Darstellung einbezogen[1]). So wird im Rheinwerk der grandiose Versuch zu einer Ökologie eines großen geographisch mehr oder minder geschlossenen Gebietes gewagt, die eine Synthese fast aller Teilgebiete der beschreibenden Naturwissenschaft zu einem Ganzen bedeutet und darüber hinaus auch die geschichtliche Seite in Betracht zieht. — Die 1937 erfolgte Ernennung Lauterborns zum Mitglied der Kaiserlich Leopoldinischen Akademie der Wissenschaften in Halle war eine verdiente Anerkennung des von ihm Geleisteten.

Der Gegenstand seiner Forschungsarbeit bedingte eine innige Vertrautheit mit fast allen Tier- und Pflanzengruppen. Lauterborns Formenkenntnisse sind ganz außergewöhnlich. In fast allen Ordnungen besonders auch der Mikrofauna und -flora, ebenso unter jenen der Insekten besitzt er ein gründliches Spezialwissen. Unter diesen waren die Carabiden seine besonderen Lieblinge.

Aus seiner umfassenden Einstellung zu den Fragen der Biologie heraus wirkte Lauterborn auch auf angewandtem Gebiet. Hier vertrat er als akademischer Lehrer und Berater der Praxis die Forstzoologie und Fischereibiologie. Nutznießer dieser Tätigkeit war die Forstschädlingsbekämpfung Südwestdeutschlands, seine Fischerei, sein Naturschutz und besonders auch seine Jägerschaft[2]).

Immer und überall, wo es um angewandte Fragen ging, trat er nachdrücklich für möglichste Schonung natürlicher, organisch gewachsener Zusammenhänge und Lebensordnungen ein, und für eine Wiederherstellung ursprünglicher Verhältnisse, soweit sich dieses verwirklichen ließ. Die letzte Ursache aller Schäden und Produktionshemmungen forstlicher und fischereilicher Art lag für ihn folgerichtig in rücksichtslosen oder unbedachten Eingriffen menschlicher Tätigkeit in das natürliche Lebensgefüge.

Im Herbst 1935 wurde Lauterborn entpflichtet.

Sein Wirken als Lehrer war durch sein bedeutendes Wissen gekennzeichnet: er verstand es — nach dem Urteil seiner Schüler — zu den entlegensten Gebieten Beziehungen aufzuzeigen, was seinen Vortrag ungemein anregend gestaltete. Exkursionen unter seiner Führung waren für biologisch vielseitig Interessierte besondere Ereignisse. Hier in freier Natur, in seinem eigentlichen Element wußte er die Hörer zu begeistern und ihnen die Tier- und Pflanzenwelt als lebendige Teile der Landschaft und ihrer Geschichte nahezubringen. Eine Generation südwestdeutscher Forstleute verdankt ihm die biologische Grundschulung in diesem Geist. —

Lauterborns persönliches Leben war reich an Sorgen, an Opfern und schweren Verlusten. Auch an Verständnislosigkeit seinem Werk gegenüber hat es nicht gefehlt. Möge ihm als Ausgleich ein ungetrübter Lebensabend beschieden sein, der ihm den Abschluß seiner Lebensarbeit in Gesundheit und Ruhe gestattet.

Zwölfer, Freiburg i. Br.

---

[1]) Vgl. hierzu auch Lauterborn, R. — Die geographische und geologische Gliederung des Rheinstromes 1916.

[2]) Vgl. Die Anfänge der Forstzoologie in Baden I, II u. III. Bad. Bl. f. ang. Ent. Jg. 1927 u. 1928. Die Verunreinigung der Gewässer und die biologische Methode ihrer Untersuchung. Ludwigshafen 1915. — Faunistische Beobachtungen aus dem Gebiete des Oberrheins und des Bodensees. Reihe 1—9 in: Mitt. d. Bad. Landesv. f. Naturk. u. Natursch. 1921—1936. — Beiträge zur Flora der oberrheinischen Tiefebene und der benachbarten Gebiete, ebenda N. F. Bd. 2. 1927.

Neue Literatur

Eingesandt von Juli bis Dezember 1939

Abraham, **R.**, Technik der Kartoffelkäferbekämpfung in Deutschland. VII. Int. Kongr. Entomologie. Weimar 1939.

Agricultural News Letter, Issued by Public Prelations Dep.. E. J. du Pont de Nemours & Co. Inc., Wilmington, Del. Vol. **7**, No. 6. 7, 8, 9, 1939.

Bernhardt, **E.**, Auftreten des Maikäfers in Schleswig-Holstein und seine Bekämpfung nach dem Sammelverfahren im Jahre 1938. Landw. Jahrb. **89**, 1939.

Biologische Reichsanstalt, Mitteilungen der, Heft 59, Juni 1939. Virusforschung und Viruskrankheiten. Vorträge der Pflanzenschutztagung der Biol. Reichsanstalt am 2. Februar 1939.

Bitter, **B.**, u. **Niklas**, **O. F.**, Die Massenvermehrung der Kiefernbuschhornblattwespe *Pteronus* (= *Laphyrus*) *pini* im Forstamt Trappen (Trappönen) Ostpreußen, 1936/1937. Forstw. Centralbl. 1939.

Blunck, **H.**, Pflanzenschutz als Grenzwissenschaft. Decheniana **98**, 1939.

— — Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung. Ber. über Landwirtsch. 148. Sonderheft. 1939.

— — Über die Ursachen des Massenwechsels von *Melolontha melolontha* L. VII. Intern. Kongr. f. Entomologie 1939.

Blunck, **H.**, **Meyer**, **E.**, u. **Neu**, **W.**, Untersuchungen über Maikäfer und Engerlinge. Anz. f. Schädlingsk. **15**, 1939.

Böhmel, **W.**, Untersuchungen über die Nahrungsaufnahme von berüsselten Kleinschmetterlingen und deren Bekämpfung durch Giftköder. Arb. phys. angew. Entom. Berlin-Dahlem **4**. 1937.

Börner, **C.**, Die Blutlausplage und ihre Bekämpfung. Biol. Reichsanstalt Flugblatt Nr. 33 (14. Aufl.), 1937.

— — Blattläuse und ihre Bekämpfung. Ebenda Flugblatt Nr. 51 (6. Aufl.), 1938.

— — Die Reblaus und ihre Bekämpfung. Ebenda Flugblatt Nr. 34 (6. Aufl.), 1938.

— — Neuer Beitrag zur Systematik und Stammesgeschichte der Blattläuse. Abh. Nat. Ver. Bremen **30**, 1938.

— — *Cryptrmyxus korschelti* n. sp., Die Blasenlaus der Alpenjohannisbeere. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. **48**, 1938.

— — Neue Gattungen und Arten der mitteleuropäischen Aphidenfauna. Arb. phys. angew. Entom. Berlin-Dahlem **6**, 1939.

— — Die Grundlagen meines Lepidopterensystems. Verhandl. VII. Intern. Kongr. f. Entomologie 1939.

Böttcher, **K.**, Die Wirkung neuer Schädlingsbekämpfungsmittel auf die Bienen. VII. Intern. Kongr. f. Entomologie 1939.

Bramstedt, **Fr.**, Der Nachweis der Blutlausunanfälligkeit der Apfelsorten auf histologischer Grundlage. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. **48**, 1938.

Brauns, A., Zur Biologie der Meeresstrandfliege *Scatella subguttata* Meig. (Fam. *Ephydeidae; Dipt.*). Zool. Anz. **126**, 1939.

Chiu, Shiu Foon, Toxitity studies of so-called „Inert" materials with the Bean Weewil, *Acanthoscelis obtectus* (Say). Journ. Econ. Ent. **32**, 1939.

Derksen, W., Die blaue Schmeißfliege (*Calliphora erythrocephala* Meig.) als Fledermausparasit. Arch. Ver. Freunde Naturg. Mecklenburg. Neue Folge **13**, 1938.

Eckstein, Fritz, Die Kapillaritätskonstante als ökologischer Faktor im Leben der Stechmückenlarven. Z. hyg. Zoologie u. Schädlingsbekämpfung 1939.

Eichler, Wolfdietrich. Schädlinge und Ungeziefer in Haus, Hof und Vogelhaltung. Die gefied. Welt **68**, 1939.

— — Über *Hypoderma*-Material aus einigen deutschen Sammlungen. (Untersuchungen über Hypodermiden II.) Sitzungsber. Ges. nat. Freunde Berlin 1939.

— — Brotkäfer als Holzschädlinge. Ebenda.

— — Unterscheidungsmerkmale der verschiedenen Altersstadien von *Phlugiola dahlemica* Wd. Eichl. (*orthopt. Tettigoniid*). Zool. Anz. **127**, 1939.

— — Die Taubenzecke. Mitt. Auskunftstelle Schädlingsbek. Inst. landw. Zool. Univers. Berlin Nr. 11, 1939

— — *Trimenopon jenningsi* Kellog & Paine, ein Haarling des Meerschweinchens, auch für Deutschland nachgewiesen. Zeitschr. hyg. Zool. u. Schädlingsbek. 1939.

— — Die Dahlemer Palmenhausschrecke. Der Blumen- u. Pflanzenbau **43**, 1939.

Eichler, Wolfdietrich, Laboulbeniaceen auch bei *Trinoton*. Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde 1938.

— — Eine bibliographische Symbolik. Zur wissenschaftlichen Arbeitstechnik I. Zool. Anz. **126**, 1939.

— — Außenschmarotzer in der Vogelwelt. Erster Aufsatz. Die gefiederte Welt **68**, 1939.

— — Geographische und ökologische Probleme bei ektoparasitischen Insekten. VII. Intern. Kongr. f. Entomologie 1939.

Eichler, W., u. **Müller, D. U.**, Acta Mallophagologica. Lief. 1 u. 2, 1938.

Eller, K., Versuch einer historischen und geographischen Analyse zur Rassen- und Artbildung. Z. indukt. Abstammungs- und Vererb. **52**, 1939.

Engel, H., Beiträge zur Biologie des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* B.). Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwissensch. 1939.

— — Über die Wirkung von „Detal" auf die Kronenfauna. Ebenda.

Escherich, G., Durch den Urwald von Kamerun ins Grasland. Geogr. Anz. 1939.

Essig, E. O., Aphids feeding on Celery in California. Hilgardia **11**, 1938.

Ext, W., Neue praktische Erfahrungen in der Maikäferbekämpfung in Schleswig-Holstein. Verh. VII. Intern. Kongr. f. Entomologie. Weimar 1939.

Fransen, I. I., Mededeelingen over de werkzaamheden gedurende het jaar 1938. Tijdschr. Nederl. Heidemaatschappij 1939.

— — De Colorado-Kever. Ebenda **50**, 1938.

— — Het gebruik van vangstammen bij de iepenspintkerbestrijding. Deel I u. II. Ebenda **51**, 1939.

— — Biologische waardebepaling van de ter bestrijding van schadelijke insecten gebezigde aanrakingsvergiften. Landbouwkundig Tijschr. **51**, 1939.

— — De smakelijkheid van verschillende soorten iepen voor de Iepenspintkevers. Ebenda **51**, 1939.

— — Voor en nadeelen van stuiven in land-, tuin- en boschbouw. Ebenda **50**, 1938.

Freitag, J. H., Negative evidence on multiplication of Curly-top virus in the beet leafhopper, *Eutettix tenellus*. Hilgardia Vol. **10**, 1936.

Freitag, J. H., and **Severin, H. H. P.**, Ornamental flowering plants experimentally infected with curly top. Ebenda.

Frickhinger, H. W., Flöhe. Frankf. Zeitung (19. Februar 1939).

Frickhinger, H. W., Neuere Erfahrungen zur Kornkäferbekämpfung. Ratschläge f. Haus-Garten-Feld **14**, 1939.
— — Zur Blattlausplage dieses Sommers. Süddeutsche Apotheker-Zeitung **79**, 1939.
— — Die wichtigsten tierischen Schädlinge der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Paul Parey, Berlin 1939.
Friederichs, K., Fliegenplage am Stadtrand als Gegenstand eines Rechtsstreites. Anz. f. Schädlingsk. **15**, 1939.
— — Der Raupenfraß in der Schwinger und Wooster Heide in ökologischer Betrachtung. Verh. VII. Intern. Kongr. f. Entomologie, Weimar 1939.
Fulmek, L., siehe Neuheiten usw.
Fyg, W., Benussi—Bossi's Hypothese über die Geschlechtsbestimmung im Bienenstaat. Schweiz. Bienen-Zeitung 1938.
Gäbler, H., Häufigkeit der Farbenvarietäten der Nonne (*Lymantria monacha* L.). Zeitschr. wiss. Zoologie **152**, 1939.
Geinitz, B., Die Tannentracht. Freiburg 1938.
— — Honigtau, Bienenzucht und Forstwirtschaft. VII. Intern. Kongr. f. Entomologie, Weimar 1939.
Gößwald, K., Die Bekämpfung schädlicher Ameisen. Biol. R. A. Flugblatt Nr. 178.
Goetsch, W., Die Staaten argentinischer Blattschneider-Ameisen. Zoologica **35**. Heft 96. 105 S. mit 36 Abbildungen und 37 Tabellen. Stuttgart, E. Schweitzerbartsche Verlagsbuchhandlung 1939.
Hackbart, W., Der Einfluß kurzfristig wirkender Temperaturen auf die Entwicklung und Fortpflanzung von Schadinsekten. Z. Morph. u. Ökol. Tiera 35, 1939.
Hadersold, O., Ergebnisse von Parasitenzuchten der Zweigstelle Stade der Biol. Reichsanstalt IV. Teil: *Diptera*. Arb. phys. angew. Entomologie Berlin-Dahlem **6**, 1939.
Harms, J. W., Lamarkismus und Darwinismus als historische Theorien — ein Kampf um Überlebtes. Jenaische Zeitschr. Naturw. **73**, 1939.
Hasegawa, Kozo, u. Suzuki, Atusi, Eine illustrierte Beschreibung von schädlichen Forstinsekten und ihre Bedeutung und Bekämpfung in der Forstwirtschaft 1938. Nr. 2 (Mit 5 color. Tafeln).
Heikertinger, Fr., Etwas über die Sammelzeit, mit Berücksichtigung der Halticinen. Koleopt. Rundschau **25**, 1939.
— — Beschlüsse des Zoologenkongresses in Lissabon, betreffend die entomologische Nomenklatur. Entom. Rundschau **56**, 1939.
— — Über einige Fütterungsversuche mit Vögeln und Zygaenen. Ebenda.
— — Über den heutigen Stand des Nomenklaturproblems. Die Alltagsformel als Lösung. VII. Intern. Kongr. f. Entomologie 1939.
— — Über den derzeitigen Stand der Mimikryfrage und der Tiertrachtenfrage im allgemeinen. Ebenda.
Henze, O., 1572 Königinnen in einem Hornissenschwarm. Wieviel Arbeiterinnen, junge Königinnen und Männchen kann ein Hornissenschwarm haben? Kosmos 1939.
Hilgardia, A Journal of Agr. Sc. published by the California Agr. Exp. Station. Berkeley, Cal. Vol. **11**, No. 9.
Hofmann, Chr., Zum Auftreten der Douglasienwollaus in Deutschland. Der Deutsche Forstwirt. 1939, S. 752.
Houtermanns, P., Untersuchungen über die Verteilung der Puppen des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.). Mitt. Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 1939.
— — Ein Versuch zur Feststellung des Fehlers beim Probesuchen nach Puppen des Kiefernspanners. Ebenda.
Jancke, O., Traubenwicklerzucht im Laboratorium. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **47**, 1939.
— — Versuche zur Bekämpfung des Birnknospenstechers (*Anthonomus cinctus* Kollar). Ebenda **48**, 1938.

Jancke, O., Frostspanneruntersuchungen. Arb. phys. angew. Entomologie Berlin-Dahlem 4. 1937.

— — Ein für Deutschland neuer Erdbeerschädling und seine Bekämpfung. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst 1939.

— — Der Wert der Fanggürtel im Kampf gegen den Heu- u. Sauerwurm. D. Deutsche Weinbau 1838.

Jancke, O., u. **Maercks, H.**, Versuche zur Bekämpfung der Pflaumensägewespe. Pr. Bl. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **14**, 1936.

Jancke, O., u. **Roesler**, Zur Winterbekämpfung des Traubenwicklers mit chemischen Mitteln. Nachrichtenbl d. Deutsch. Pflanzenschutzd. 1939.

Jancke, O., u. **Maerks, H.**, Über die Wirkungsdauer von Berührungsgiften. Ebenda 1938.

Janisch, E., Wo liegt das Temperaturoptimum bei Pilzen? (*Aspergillus niger.*) Zentralbl. Bakter., Parasitenkunde u. Infektionskrankh. II. Abt. **101**, 1939.

Jordan, K., u. **Hering, E. M.**, siehe Verhandlungen des VII. Intern. Kongr. f. Entom.

Kéler, St., Über eine erprobte Behandlungsmethode alter Alkoholexemplare von Mallophagen. Zeitschr. f. Parasitenkunde **11**, 1939.

— — Zur Kenntnis der Mallophagenfauna Polens. Ebenda.

Langenbuch, R., Die wichtigsten tierischen Schädlinge des Kopfsalates. Biol. Reichsanst. Flugbl. Nr. 97, 3. Aufl., 1939.

Lettland, Aperçu de la présence des insectes nuisibles et des maladies des arbres dans les forêts domaniales de Lettonie en 1937/38. Riga 1939.

Mahdihassan, S., Sexual dimorphism among lac insects. VII. Intern. Kongr. f. Entomologie, Weimar 1939.

Maier, W., Die Häufigkeit der Zellstäbe in den Internodien der Triebe reisigkranker Reben. Wein und Rebe **21**, 1939.

Maier, W., u. **Mittmann-Maier, G.**, Die Verteilung und Häufigkeit der kurzen Internodien und der Doppelknoten bei reisigkranken Reben. Ebenda.

Malenotti, E., I parasiti animali del frutteto. Roma 1939. Preis Lire 3,—.

— — Fitopatologia e sistema del pelo pardi. Atti Acc. Agric. Sc. e Lettere Verona, Ser. V, **27**, 1939.

— — Le ustioni da fitofarmaci. L'Italia Agricola **76**, 1939.

— — Sui surrogati delle esche contro le grillotalpe. Giorn. Agric. Domenica No. 27, 1939.

Manolache, C. I., Dobreanu, E., si **Manolache, Fl.**, Cercetari asura biologici insectei *Cassida viridis* L. An. Inst. Rech. Agron. Roumanie **10**, 1938.

Matsumura, S., Insecta Matsumurana. Vol. **13**. No. 4, Sapporo, Japan 1939.

Morstatt, H., Bibliographie der Pflanzenschutz-Literatur. Das Jahr 1937. (Biol. Reichsanstalt.) Berlin, Paul Parey, 1939.

Müller, F. P., Nachwirkungen des Berührungsstäubemittel „Lipan" auf die bei der Begiftung überlebenden Kiefernspanner. Forstw. Centralbl. **61**, 1939.

Müller, H., u. **Scheu, G.**, Über den Einfluß von Verpackung und Aufbewahrung gesammelter Kiefernspannerpuppen auf das Ergebnis der Gesundheitsuntersuchung. Mitt. d. Forstwirtsch. u. Forstwissensch. 1939.

Müller-Kögler, E., Über Schäden durch Dinitroorthokresolhaltige Stäubemittel an Pflanzen. Mitt. d. Forstwirtsch. u. Forstwissensch. 1939.

Naturschutz, der märkische, Herausgegeben von H. Klose u. H. Hedike.

Neuheiten auf dem Gebiet des Pflanzenschutzes, Redigiert von L. Fulmek. **32**, 1939, Nr. 3, 4, 5.

Nietzke, G., Wie steht es um die Zwiebelminierfliege? Wochenbl. d. Landesbauernsch. Saarpfalz **15**, 1939.

Nolte, H.-W., Unterschiede der Raupen von Nonne und Flechtenspinner sowie der Falter von Nonne und Mönch. Thar. Forstl. Jahrb. 1939.

— — Beiträge zur Fortpflanzungsbiologie der Nonne. Allgem. Forst- u. Jagdzeitung 1939.

Nolte, H.-W., Zur Biologie des Puppenräubers (*Calosoma sycophanta* L.). Seine Bedeutung als Feind unserer Forstschädlinge. Verhandl. VII. Intern. Kongr. f. Entomol. Weimar 1939.

Riehm, E., Der deutsche Pflanzenschutzdienst. Flugbl. d. Biol. Reichsanstalt Nr. 71, 4. Aufl., 1939.

Roark, R. C., Review of U. S. Patents relating to Pest Control. U. S. Dep. Agric. Bur. Entom. and Plant Quarantine. Div. Insecticide Investigations **12**, No. 8, 1939.

Scheu, G., Zur Methodik der Puppenuntersuchung bei der Kiefernspannerprognose. Mitt. d. Forstwirtsch. u. Forstwissensch. 1939.

Schimitschek, Erw., Über Forstschädlingsauftreten in der Türkei. VII. Intern. Kongr. f. Entomologie. Weimar 1939.

Schneider-Orelli, O., Über das Vordringen der gefährlichen Weißtannenlaus *Dreyfussia nüsslini* im Plenterwaldgebiet Vorderarni. Schweiz. Zeitung f. Forstwesen 1939.

Schwerdtfeger, F., Der Kiefernspanner 1937. Untersuchungen des Institutes für Waldschutz der Preuß. Versuchsanstalt für Waldwirtschaft, Eberswalde, anläßlich der Übervermehrung des Kiefernspanners, *Bupalus spiniarius* L., in Preußen im Jahre 1937. Hannover, M. & H. Schaper, 1939.

— — Über kritische Eizahl und Eiparasitierung beim Kiefernspanner (*Bupalus piniarius* L.). Mitt. d. Forstwirtsch. u. Forstwissensch. 1939.

Speyer, W., Die Lebensdauer der Frostspanner-Falter (*Cheimatobia brumata* L.) unter dem Einfluß von Begattung und Eiablage. Arb. phys. angew. Entomologie. Berlin-Dahlem **5**, 1938.

— — Biologie und Bekämpfung des Apfelblütenstechers (*Anthonomus pomorum* L.). Ebenda **6**, 1939.

Speyer, W., Die Verpuppung des Julikäfers *Anomala aenea* Deg. Anz. f. Schädlingsk. **15**, 1939.

— — Die Wirkung von Dinitroorthokresolen auf Fische. Nachrichtenblatt d. Deutsch. Pflanzenschutzd. 1939.

— — Aufzucht und Eientwicklung des Baumweißlings (*Aporia crataegi* L.). Ebenda.

— — Tätigkeitsbericht der Biologischen Reichsanstalt, Zweigstelle Stade für die Zeit vom 1. April 1938 bis zum 31. März 1939. Altländer Zeitung (Beilage) 18. März 1939.

— — Die tierischen Schädlinge des Kernobstes. 92 Seiten, mit 52 Abbildungen. Leipzig, Verlag Hachmeister & Thal, 1939. Preis 0,70 RM.

— — Neuere Feststellungen über die Biologie des kleinen Frostspanners *Cheimatobia brumata* L. VII. Intern. Kongr. f. Entomologie. Weimar 1939.

— — Die gelbe Stachelbeerblattwespe *Pteronus* (*Pteronidea*) *ribesii*. Scap. Biologische Reichsanstalt Flugblatt Nr. 164, 1939.

Stahl, G., Über die Beziehungen zwischen Puppendurchmesser, Puppengewicht, Puppenvolumen und Eizahl beim Kiefernspanner *Bupalus piniarius* L. Mitt. d. Forstwirtschaft und Forstwissenschaft.

— — Die Bekämpfung des Kiefernspanners 1937 in Preußen. Ebenda.

— — Ausflaggen von Bestäubungsquartieren mittels mechanischer Leiter. Ebenda.

— — Verlauf und Ausdehnung der Kiefernspannervermehrung 1937 in Preußen. Ebenda.

Steiner, P., Über die Lebensweise und Bekämpfung des Hausbocks. Verhandl. VII. Intern. Kongr. f. Entomologie. Weimar 1939.

— — Ist verblautes Holz vor Hausbock geschützt? Anz. f. Schädlingsk. **15**, 1939.

— — Ein natürlicher Feind des Hausbocks. Mitt. Vorratsschutz **15**, 1939.

Stellwaag, Fr., Ölemulsionen zur Abtötung der Winterpuppen des bekreuzten Traubenwicklers. Anz. f. Schädlingskunde **15**, 1939.

Stitz, H., Ameisen oder *Formicidae*. In: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. 37. Teil. 428 Seiten mit 197 Abbildungen im Text. Jena, Verlag von Gustav Fischer, 1939. Preis brosch. RM 32.—.

Subklew, W., Untersuchungen über die Bevölkerungsbewegung des Kiefernspanners *(Bupalus piniarius* L.). Mitt. d. Forstwirtsch. u. Forstwissensch. 1939.

Südafrika, The Journal of the Entomological Society of Southern Africa. Vol. II, Oktober 1939.

Thalenhorst, W., Über das Auftreten von *Ichneumon nigritarius* Grav. als Parasit des Kiefernspanners und anderer Lepidopteren. Mitt. d. Forstwirtsch. und Forstwissenschaft 1939.

Thielmann, K., Beiträge zur Maikäferbekämpfung im Walde unter besonderer Berücksichtigung des Bienwaldes (Pfalz). Forstw. Centralbl. **61**, 1939.

Thienemann, Aug., Die Chironomidenforschung in ihrer Bedeutung für Limnologie und Biologie. Biol. Jaarbock. Antwerpen 1939.

— — Grundzüge einer allgemeinen Ökologie. Arch. Hydrobiol. **35**, 1939.

Titzck, W., Pflanzenkrankheiten und Klima. Wochenbl. d. Landesbauernschaft Schleswig-Holstein 1939.

Tölg, Fr., Feststellungen von Nahrungspflanzen kleinasiatischer Halticinen und Ceutorrhynchinen. Koleopt. Rundschau **24**, 1938.

Trappmann, W., Schädlingsbekämpfung im Gewächshaus. Biol. Reichsanstalt Flugblatt Nr. 104—108, 3. Auflage, 1939.

Tuomikoski, R., Beobachtungen über das Schwärmen und die Kopulation einiger Empididen (Dipt.). Ann. Entom. Fenn. **5**, 1939.

Venezuela, Revista de Medicina veterinaria y Parasitologia. Fundata y dirigida por E. G. Vogelsang y P. Gallo. Vol. I, No. 1. Marzo 1939.

Verhandlungen des VII. Internationalen Kongresses für Entomologie, Herausgegeben von K. Jordan und E. M. Hering Band I—III, 2276 Seiten, mit 243 Tafeln. Selbstverlag des Kongresses 1930.

Wagner, H., Einiges über die Käferfauna der Mark Brandenburg und der Niederlausitz im besonderen. Der märkische Naturschutz Heft 40 u. 41, 1939.

Weidner, H., Die Großstadt als Lebensraum der Insekten, ihre Biotope und ihre Besiedlung. VII. Intern. Kongr. f. Entomologie. Weimar 1939.

— — Nachträge zur Orthopterenfauna der Nordmark und Nordwestdeutschlands. Verh. Ver. naturw. Heimatforschung. Hamburg **27**, 1939.

— — Faunistik und Volkskunde. Volkszoologisches von der Heuschrecke. Sudhoffs Archiv f. Geschichte, Medizin und Naturw. **32**, 1939.

— — Über *Agrilus nigerrimus* Ratz. Bombus, Faunistische Mitt. aus Nordwestdeutschl. und der Nordmark Nr. 10, 1939.

Wheeler, W. M., Nekrolog. From the National Cyclopedia of American Biography. New York, James T. White & Co., 1939.

Zacher, Fr., Die Gliedertiere *(Arthropoda)* der Mühlen und Getreidespeicher in Deutschland. Mitt. Gesellsch. Vorratsschutz 1938.

— — Die Dörrobstmotte als Schädling in Lebensmittelhandel und Industrie. Deutsche Lebensmittel-Rundschau 1939.

— — Schädlingsverbreitung und Nährmittelhandel. Ebenda.

— — Vorratsschädlinge und Vorratsschutz, ihre Bedeutung für Volksernährung und Weltwirtschaft. Zeitschr. hygien. Zool 1937.

Zumpt, F., Was wissen wir über die hygienische Bedeutung der *Stomoxydinae*. Zeitschr. Hygien. Infektionskrankheiten **121**, 1939.

— — Das System der *Stomoxydinae*. VII. Intern. Kongr. f. Entomologie. Weimar 1939.

Autorenregister

A

Abderhalden 179.
Abraham 376.
Adams 543.
Allen 676.
Alsterberg 9.
André 253, 294.
Anonym 178.
Appel 374.
Arthur 428.

B

Baer 67 ff., 107, 142, 190 ff., 506 ff., 613.
Baer und Stein 64.
Banks 429.
Barrows 614.
Bates 610.
Beal 428, 614.
Becker-Dillingen 401 ff.
Beier 310.
Benson 501.
Bequaert 615.
Bergmann 678.
Berlese 257 ff.
Bernhard 547 ff.
Biedermann 56.
Bischoff 191, 207.
Blood 630 ff.
Blunck 231 ff., 376, 541.
Bock 29, 60.
Bock und Pigorini 360, 366, 372.
Bodenheimer 671.
Bodine 669.
Boese 94, 102.
Bogdanow-Katjkow 501 ff.
Boie 509.
Börner 299, 376.
Börner und Appel 268, 294.
Börner und Schilder 310.
Bosanquet 12.
Bourcart 5, 60.
Bradtke 178.
Braun 517.
Bremer 399.
Bremer und Kaufmann 400.
Brischke 424 ff., 508.
Bromstedt 376.
Bryant 614.
Buchner 372.
Butler und Innes 672.

C

Cağlar 546.
Cameron 541 ff.
Canestrini 257.
Canestrini und Kramer 294.
Carnoy 522.
Cartwright, Blanchard und Wilson 435.
Carughie 5.
Carughie und Paoloni 60.
Chamberlin 390 ff.
Chapin 614.
Chapman 178.
Chen 672.
Chorbadzhiev 210, 214, 390.
Christ 463.
Claparède 291, 294.
Claus 165.
Cleland 615.
Cohn 517 ff.
Cole 431
Collins 160.
Collins und Potts 163.
Comstock 318.
Cook 403 ff.
Cooley 407.
Craig und Clark 597 ff.
Csiki 613.
Curtis 472 ff.
Cushman 425 ff.
Czerwinski und Kuntze 194, 207.

D

D'Abreu 615.
Dahl, Maria und Bischoff 373.
Dalla Torre 190, 207, 421 ff.
Dalman 421 ff.
Dammer 360, 366.
Dampf 665 ff.
Darwin 609 ff.
Daxer 163.
Decoppet 234 ff.
De Kok 374.
del Guercico 452.
Detwiler 407.
Dewitz 56.
Dolles 200.
Doten 403 ff.
Duarte 672.
Dvornitschenko 390 ff.
Dyk 163.

E

Eckstein F. 360, 366, 613, 682.
Edwards 537.
Eichhoff 459.
Eichler 171 ff.
Eidmann 186 ff., 672.
Eller 677, 678.
Engel 138 ff.
Esat Ahmed Bozkaya 458.
Escherich 35 ff., 199 ff., 234 ff., 310, 360, 366, 426 ff., 459, 546 ff., 613, 673.
Essig und Michelbacher 316 ff., 389 ff.
Ext 234, 251.

F

Fabricius 426, 463.
Fahringer 546.
Falck 5, 30, 60.
Farsky 163.
Faure 665, 672.
Feddersen 231 ff.
Feytaud 164.
Finck, von 64 ff., 104 ff.
Fischer, Stanislaus 375, 376.
Fiske 361 ff.
Firatli 546.
Flügge 91, 102.
Förster 425.
Fraenkel 85, 102, 666, 672.
Franz 664.
Frauenfeld 505.
Frederick 436.
Frenzel 537 ff.
Fresen 428.
Freudenstein 376.

Frickhinger 370.
Friederichs 198ff., 310, 360. 495.
Friederichs und Steiner 366.
Fulmek 420ff.
Fumouze und Robin 257. 268, 294.

G

Gabrielson 614.
Gäbler 1, 60, 61.
Gahan 421ff.
Garbowski 428.
Gates 430.
Gause 672.
Geiger 68, 70, 86, 102.
Geyr, v. 192, 193.
Geyr von Schweppenburg 671.
Girault 624ff.
Gloger 676, 677.
Glover 374.
Görnitz 144, 163, 164.
Gößwald 35, 61, 65ff., 107. 142, 359. 366. 491ff.
Goetsch 673ff.
Götz 143, 164.
Goffart 425, 505.
Golychew 29, 61.
Gordner 56.
Gravenhorst 424ff.
Groebbels 613.
Groeber 178.
Großheim 422ff.
Grunert 216, 251.
Gudden, v. 256, 291. 294.
Guerin 429.
Gyllenhal 314.

H

Hagen 349ff., 389ff.
Hagemann 7.
Haller 259ff.
Hamilton 672.
Hanno 164.
Haracsi 311.
Hartley 12.
Hartmann 372.
Hartnack 370.
Hartung 91, 102.
Hase 253ff.
Heddergott 522.
Heider 272, 294.
Heikertinger 608.
Hendel 542.
Henderson 340, 614.
Henriksen and Tuxen 653.
Henschel 268, 294.
Herbst 314.
Hering 164, 210, 214, 359ff.
Hermann 272.
Herrick 253, 294. 308ff.
Hilf-Wittich 66, 102.
Hoffmann 216ff.
Hofmann, E. 359, 367.
Hofmann und Dauberschmidt 680.
Hollrung 5ff.
Holmgren 422.
Horn 683.
Harris und Butt 432ff.
Hoß 607.
Hoskins und Harrison 597ff.
Houghton 407.
Howard 347, 415ff.
Howard und Fiske 367.
Hukkinen 376.
Hundertmark 362, 367.

I

Imms 178.

J

Jacky 482ff.
Jacobi 371.
Jancke 211, 214, 374.
Jancke und Nietzke 209.
Janisch 376.
Jaques 407.
Jensen 262, 294.
Judd 614.
Jung 175.
Junk 376.
Just 178.

K

Kalandadze 30, 35, 615.
Kalmbach 428.
Kalwer 209.
Kangas 376.
Kaufmann 312, 387.
Kaysing 234, 251.
Kâžim Riza 449.
Kelle 310.
Kemper 369.
Key 672.
Kienitz 217ff.
King und Taylor 178.
Kirchner 454.
Kirkland 159.
Kleine 231, 251, 337.
Kleinschmidt 678.
Klinger 589, 607.
Klinkowski und Lehmann 433.
Kluijver 614.
Knechtel 672.
Knoche 65, 87, 102.
Koch 270.
Komárek 65ff., 128, 142.
Komárek und Breindl 88, 102.
Kordatzki 607.
Korschelt 376.
Kowalewsky 291, 294.
Kramer 270, 294.
Krasucki 421ff.
Kriechbaumer 427.
Krüger 61, 390ff.
Küchenmeister 291, 294.
Kunike 33, 34, 36, 37.
Kuntze 206, 207.
Kupka 508.
Kurdjumov 425.

L

Lakon 93, 102, 517ff.
Landolt und Börnstein 271. 294.
Langenbuch 210, 214.
Lautenschläger 591.
Lauterborn 375, 376, 689.
Lea 672.
Leach 31, 463.
Leach und Johnson 61.
Lean 669, 672.
Lehmann 9, 391ff.
Lehmensick und Liebers 259, 294.
Leisewitz 218ff.
Lénard 267, 294.
Lengerken, v. 370.
Lesne 501.
Liebermann, A. 91, 102.
Lignières 262, 269, 294.
Linden, Gräfin von 61.
Lindner 105ff.
Lind, Rostrup und Kolpin Ravn 390, 428.
Linné 268.
List und Wakland 322ff.
Loewenstein 34, 61.
Loos 65, 102, 613.
Lovett 13, 61.
Ludwig, Fr. 253, 295.
Lüstner 390.
Lyonet 10.

M

Mabbot 615.
Maercks 161, 164.
Malenotti 371.
Marais 374.
Marchal 31, 160, 164.
Marchal und Foex 390.
Marchal und Vayssière 61.
Marshal 164, 424ff.
Martelli 422ff, 472ff.
Martini 5, 30, 61.
Mason 615.
Maurizio 253, 295.
Maxwell-Darling 672.
McAtee 428, 615.
McDaniel 181, 183.
McIndov 31.
Megušar 178.
Megnin 261, 270, 277, 291, 295.

Mehmet 546.
Meyer 508.
Meyer-Bahlburg 234, 248, 251.
Michael 257ff.
Michelmore und Allan 672.
Miles 259, 295.
Miller und Richards 178.
Milne-Edwards 11.
Mölln 262.
Molz und Müller 390.
Moniez 262, 295.
Morris 537ff.
Mors 84ff., 105ff.
Müller G. 5, 56, 61.
Müller Fritz P. 359.
Müller-Kögler 202.
Muenchberg 178.
Munro 672.

N

Nalepa 255ff.
Nees 426ff.
Nees ab Esenbeck 426
Neumeister 563.
Newport 429.
Newstead und Duval 253, 295.
Newton 374, 430ff.
Nice 615.
Niklas O. Fr. 63.
Nitsche 391.
Nowack 517.
Nowicki 624.

O

Oakley und Westover 401.
Oboussier 253.
Oswald 550ff.
Oudemans 261ff.

P

Pagast 676.
Panzer 463.
Paoloni 5.
Papnoe 5.
Parks 326ff., 399ff.
Parrot und Leisewitz 613.
Passerini 614.
Pax und Arndt 373.
Pease 267, 295.
Perepelova 672.
Peters 589, 607.
Petrunkewitsch 30, 61.
Peus 369.
Philippson 549.
Picard 390ff.
Pleaß 600, 607.
Plieninger 234, 248, 249, 251.
Plotnikow 192, 207, 390, 666ff.
Poloshenzeff 251.
Popenoe 31.
Portier 61.
Potts 160.
Prell 65ff., 106ff., 192ff., 376.
Proell 178.
Przibram 179.

R

Raatz 234, 251.
Raspail 248, 251.
Rathke 10.
Ratzeburg 231ff., 262, 359, 367, 376, 424.
Rebel 65, 100, 102.
Reeves 322ff., 389ff.
Reeves, Chamberlin 437.
Reeves und Hamlin 415ff.
Reeves, Miles u. a. 435.
Reichenow 279.
Reichmuth 253, 295.
Reid 159.
Reinig 676ff.
Reiset 234, 238, 246, 252.
Reitter 209, 213, 214.
Rengger 10.
Rensch 676ff.
Reuter 259, 280, 295.
Rey 613.
Rhiem 374.
Rhode 93.
Rhumbler 682.
Richards 179.
Riggert 462.
Ringleb 179.
Rockwood 403ff.
Rodionow 270, 295.
Rörig 613.
Rösel 250, 252.
Romanow 501.
Romanowa 511.
Rondani 425.
Rosenberg 34, 61.
Rubtzov 668, 672.
Rübsaamen u. Hedicke 371.
Rungius 291, 295.
Ruschka 191.
Ruschka und Fulmek 426.
Rossi 509.

S

Saalas 376.
Sachtleben 191ff., 374, 423.
Sanderson und Peairs 320.
Schaeffer 234, 248, 252.
Schaerffenberg 536.
Schaufuß 214.
Schedl 164.
Schenkling 373.
Schimitschek 449, 545ff.
Schlechtendal 454.
Schleich 665, 672.
Schmiedeknecht 426ff.
Schneider-Orelli 459.
Schrank 270.
Schreiter 550, 551.
Schröder 5, 56, 61.
Schtschegolow, Snamensky 501ff.
Schubert 600, 607.
Schulze, H. 254ff.
Schwabe 10.
Schwarz 255, 510.
Schweis 431ff.
Schwerdtfeger 215ff.
Sedlaczek 190, 191, 208.
Seitner 566, 570.
Siegler 5, 31, 61.
Sievers 31.
Silvestri 421.
Sitowski 191, 208.
Skrjabina 593, 607.
Smirnow 390.
Smith 347ff., 413ff.
Smith L. B. 13, 61.
Smits van Burgst 191, 208.
Snow 343ff., 432.
Sorauer 452.
Sorenson 423ff.
Spain 390.
Spegazzini 428.
Speyer 376.
Sponek, Graf von 375.
Stammer 542.
Standfuß 360, 367.
Staudenmayer und Stellwaag 589.
Staudinger 5, 61.
Stein 64, 102, 506.
Steiner 180, 186ff.
Steinfatt 68ff., 122, 142.
Steininger 616ff.
Stellwaag 4ff., 143ff., 205, 208, 607.
Stellwaag und Götz 164.
Stober 5, 23, 27, 30, 61.
Strelnikov 673.
Stshegolew 340ff.
Subklew 192, 195, 197, 200, 204, 205, 248, 252.
Sulman 12.
Sweetman 325ff., 405ff.
Sweetman und Wedemeyer 320ff., 405ff.
Swingle 591ff.
Szabó-Patay 624.
Szelényi 624, 633, 646.

T

Taure 666, 667.
Telenga und Jachontow 356.
Thalenhorst 185, 513.
Theobald 252.
Thiem 30, 35.
Thiem und Kalandadze 61.

Thompson 539 ff.
Thomson 421 ff.
Timäus 103.
Timoféeff-Ressovski 175, 179.
Titus 314 ff., 405 ff.
Tölg 65, 103.
Torka 472 ff.
Tóth 297, 310.
Trägårdh 65, 103, 368.
Trappmann 4 ff., 376.
Trappmann und Nitsche 590 ff.
Traube 13, 14.
Trimen 610.
Trinchieri 664.
Trouessart 253, 259, 296.
Tulgren 390.

U

Uichanco 673.
Ulbrich 179.
Urban 164.
Uvarov 179, 390, 664 ff.
Uv und Zolotarevsky 673.

V

van Emden 537.
Vappula 376.
Vassiliev 390.
Vayssière 31.
Vibert 234, 248, 252.
Viereck 425.
Vietinghoff von Riesch 613.
Vitzthum, Graf 257, 272, 296.
Vural 546.

W

Wakeland 355, 434 ff.
Wallace 610.
Weber 5, 8, 61, 311, 517 ff.
Webster 325 ff., 403 ff., 428 ff.
Wellenstein 65 ff., 105 ff.
Werner 179.
Wetmore 615.
Weyer 368.
Wibaut-Isebroe-Moens und Stork 253, 296.
Wichmann 546.
Wicks 431 ff.
Wigglesworth 595, 607.
Wilhelmi 33, 34, 36.
Wilhelmi und Kunike 61.
Willers 259, 296.
Windecker 621, 622.
Winkelmann 374.
Winogradow-Nikitin 547 ff.
Winterstein 5, 8, 62.
Witlaczil 299, 311.
Wolff 360, 367.
Wolff und Krauße 192, 193, 196, 197, 208.
Woroniecka 390.
Wulff 590 ff.

Y

Yakhontov 390 ff.

Z

Zacher 3 ff., 171, 179, 181, 183, 253, 296.
Zander 668.
Zhdanov 673.
Zillig 374.
Zolk 501 ff.
Zolotarev 673.
Zwölfer 161, 164, 191, 208, 254 ff., 664, 670, 673.

Sachregister

A

Abbella 633 ff.
— ducassei 640.
— masovica nov. spec. 638.
— monotricha nov. spec. 637, 640.
— prima 640.
— zabińskii 636.
— zabinskii ssp., aspilogastra n. ssp. 636.
abietis D. 64.
— H. 359.
Abraxas grossulariata 190.
abscondita A. 360.
Acanthocryptus flagitator 509 ff.
Acarus 295.
— passularum 253.
— pseudogallarum 452.
Achroea grisella 11 ff.
Acridier 10.
Acridium stridulum 10.
Acridoidea 177.
Acrolepia assectella 210, 211.
Acromyrmex disciger 673.
— lobicornis 673.
— lundi 673.
— rugosus 673.
— striatus 673.
Acronycta abscondita 360.
acuminatus J. 569.
Adelognathus 421.
aeneoviridis C. 423.
aeneus C. 538.
Aenoplegimorpha micator 425.
— phytonomi 425.
affinis A. 138.
agilis Ph. 63 ff., 104 ff.
Agria 142.
— affinis 138.
— monachae 138.
Agrilus viridis 359.
Agriotes lineatus 538 ff.
— obscurus 538 ff.
Agromyzidae 214.
albicans M. 505 ff.
Aleurobius farinea 268.
Allantus arcuata 507.
ambiguella Cl. 143 ff., 589 ff.
Amblymerus (Eutelus) 427.
amitinus J. 569 ff.
Ampedus 9.
Amphidasis betularia 191.
Anaphes pratensis 427.
Anaphoidea luna 421.
anatolica Aph. Now. 659.
andalusica Bl. Now. 663.
Angerona prunaria 190.
Anaphis sp. 421.
Anilasta 509 ff.
Anisandrus dispar 454 ff.
Anoetus 272 ff.
Anomalon biguttatum 198 ff.
anonymus Tr. 253, 273.
Anthracinen 138.
Anthrax morio 138.
anura B. 427.
Apanteles glomeratus 593.
Aphelinidae 646.
Aphelinoidea anatolica ssp. melanosoma nov. ssp. 659.
— Girault 657, 659.
— subexserta nov. sp. 660.
Aphis sambuci 308.
Aphodius fimetarius 537 ff.
— fossor 537 ff.
— prodromus 537.
— rufipes 537 ff.
apiforme T. 620 ff.
Apis mellifica 618, 668.
apterus P. 611 ff.
Aptesis hemipterus 426.
arator Ph. 427.
arcuata T. 507.
arrogans Pl. 202, 206.
arvensis E. 429.
assectella A. 210, 211.
asynamorus T. 176.
ater C. 427.
Athalia 463.
— colibri 462 ff.
— colibri v. japonensis 502 ff.
— spinarum 462.
Athous haemorrhoidalis 538.
— niger 538.
atomaria H. 191, 192, 193, 200, 205.
atrata Ph. 538.
Atta sexdens 673.
— wollenweideri 673.

aquigranensis P. 427.
avellanae E. 453 ff.

B

Balaninus 457.
— glandium 457.
— nucum 457.
balcanica L. nov. spec. 653.
Banchus femoralis 191.
Bassus graculus 426.
Bathyplectes 423 ff.
— anura 427.
— corvina 421 ff.
— curculionis 396 ff.
— tristis 424 ff.
betularia A. 191.
Bibio 538 ff.
biguttatum A. 198, 204, 206.
bilunulatus J. 202, 206.
bipunctatus C. 429.
bipustulatus C. 177.
bisignata M. 506.
Blatta germanica 61.
Blattläuse 3.
Blattschneiderameise 673.
Bloodiella andalusica Now. 663.
Blutlaus 2, 31, 35.
Boarmia 201.
— consortaria 200.
— crepuscularia 190 ff.
Bombyx mori 42, 61.
botrana P. 143 ff., 589 ff.
boucheanus D. 423.
buoliana Gr. 359.
Braconidae 427.
brassicae Br. 308, 486 ff., 590 ff.
brevicollis N. 538 ff.
Brevicoryne brassicae 308.
bruchophagi T. 423.
brumata Ch. 7.
Brumus 429.
— octosignatus 429.
Bupalus piniarius 185 ff., 359 ff., 679.

C

cadaverum Gl. 253 ff.
caesar L. 56.
Calandra granaria 259, 295.
— oryzae 259, 295.
Calliphora 91.
Calliphora erythrocephala 102.
— vomitaria 93.
Caloglyphus spinitarsus 268 ff.
campestris T. 507.
Campoplex tristis 424.
Canidia corvina 421.
— curculionis 422.
— subcincta 422.
— tristis 424.
Canidiella corvina 421.
— curculionis 422.
— tristis 424.
Cantharis livida 538 ff.
capulifera P. 139, 142.
Caraussius morosus 5, 32, 61.
Carcelia lucorum 138, 142.
carnaria S. 138.
Carpoglyphus lactis 253 ff.
Carpophilus bipustulatus 177.
Cartodere sp. 177.
casei T. 268, 294.
Catolaccus aeneoviridis 423.
— ater 427.
cembrae I. 566 ff.
centifoliae T. 463.
Centrobia 630.
Centrodora locustarum 646.
cepae D. 209, 210.
Cerceris 619.
Cetonia spec. 590 ff.
Ceutorrhynchus suturalis 209, 213, 214.
Cheimatobia brumata 7.
cheiranthi Pl. 360.
Cheletomorpha venustissima 270.
Cheyletus 294.
— eruditus 270, 294.
— heteropalpus 270, 295.
— venustissimus 295.
Cicindela imperfecta 429.
ciliatus M. 508 ff.
Cleruchus En. 646.
Clostera reclusa 190.
Clysia ambiguella 143 ff., 589 ff.
Cnethocampa pinivora 359.
Coccinella 9 notata 429.
Coleophora laricella 359.
Coleopteren 56.
colibri A. 462 ff.
— T. 463.
collina Ol. (Hal.) Walk. ssp. 645.
Collops bipunctatus 429.
consortaria B. 200.
convergens H. 429.
coqueberti T. 507.
Corethra plumicornis 61.
Corixa 7.
corvina B. 421 ff.
— C. 421.
coryligallarum Ph. 452.
Corymbites aeneus 538 ff.
Cossus cossus L. 10.
crassifemur E. 426.
crassinervis H. 423.
crepuscularia B. 190, 191, 192, 193, 200, 208.
Cryptostigmata 294.
Cryptus 427.
Culex 7.
cupreus E. 214.
— Rh. 214.
Curculio haemorrhoidalis 314.
— variabilis 314.
curculionis B. 396 ff.
— C. 422.
cyanella L. 426.
Cylindroiulus frisius 177.

cynthia Ph. 143.
cypriota Ol. ssp. 644.

D

dahlemica Phl. 171 ff.
danica L. 664.
Daphniden 34.
Dasychira abietis 64.
Dendrolimus pini 359, 375.
Depressaria heracliana 509.
Dibrachoides dynastes 425 ff.
Dibrachys boucheanus 423.
dilativena Uf. nov. spec. 625 ff.
Dilophus 538 ff.
dimidiatus T. 253 ff.
Dinocampus 427.
Diprion pini 366.
Dipteren 6, 7, 9, 27, 214.
disciger A. 673.
dispar A. 454 ff.
— L. 460.
— Porthesia 143.
— Porthetria 64, 164.
disparis I. 106, 139, 142.
distinctum Ol. (Zor.) Silv. ssp. 651.
Dixippus morosus 179, 590 ff.
Dizygomyza cepae 209, 210.
Dociostaurus maroccanus 665. 671, 673.
dolichoptera K. 642.
— L. 657.
domesticus Gl. 253 ff.
— L. 177.
Drahtwürmer 31.
Drosophila 91, 175, 179.
— funebris 175.
— melanogaster 102.
ducassei Ab. 640.
dynastes D. 425 ff.
dynastes P. 425.
Dytisciden 7.
Dytiscus marginalis 295.

E

echinopus Rh. 268.
Einzelreferate 368, 376.
Elateriden 9, 27.
Eleodes sulcipennis 429.
Ellopia prosapiaria 193, 199, 200.
Engerlinge 9, 27, 31.
Entomophthora muscivora 93.
Ephestia 259.
Epoligosita Gir. 648.
Eriogaster lanestris 190.
Eriophyes avellanae 452 ff.
Eriophyidae 453.
Eriosoma lanigera 449.
Eristalis 6, 7, 8, 10, 11, 609.
— tenax 10.
erucarum T. 506.
eruditus Ch. 270, 294
Erythraeus arvensis 429.
erythrocephala C. 102.
Euchelia jacobaeae 611.
Eulimneria crassifemur 426.
Eulophidae 426, 427.
Eulophus 427.
— incertus 424.
— leucarthrus 426.
Eupelmella vesicularis 423.
Eupelmidae 421.
Eupelminus excavatus 421.
Eupelmus excavatus 421.
Eupteromalus 423.
Eutelus 427.
Euvolvulus cupreus 214.
examinator P. 139, 142.
excavatus E. 421.

F

falcatus P. 427.
farinea A. 268.
— T. 268.
femoralis B. 191.
festucae P. 190.
Fidonia piniaria 190.
fimetarius A. 537 ff.
flagitator A. 509 ff.
flammea P. 192, 200, 201, 202, 207, 208.
flava T. 507.
flavicornis T. 507.
flavipes Uf. 629.
floralis M. 506.
Formica rufa 376.
— rufa rufo pratensis 115.
fossor A. 537 ff.
frisius C. 177.
funebris Dr. 175.

G

galatica M 630 ff.
gamma Pl. 190.
Gelis instabilis 423.
— transfuga 424.
— stevenii 423.
Geotrupes 538.
germanica Bl. 61.
giraulti Ol. 647.
glandium B. 457.
glomeratus A. 593.
Glycyphagus 254, 262, 294.
Glycyphagus cadaverum 253 ff.
— domesticus 267 ff.
— platygaster 275.
— spinipes 253, 295.
Gonia 138.
gracilior Ol. 663.
graculus B. 426.
— H. 426.
granaria C. 259, 295.
Grapholitha buoliana 359.
gregaria Sch. 665 ff.
grisella A. 11, 38, 41, 46, 47, 48, 49, 51, 53, 54, 59.
griseovariegata P. 208.
grossulariata A. 190.
grossus L. 115, 121.

H

Habrocytus 423.
— crassinervis 423.
Haeckeliania Gir. 661.
Haematopoda 539 ff.
haematoxantha Ol. nov. spec. 647.
haemorrhoidalis A. 538.
— C. 314.
Haltica 31.
Heliothis obsoleta 597, 607.
Hematurga 201.
— atomaria 191 ff.
Hemiptera heteroptera 616.
hemipterus H. 426.
— J. 426.
Hemiteles graculus 426.
— hemipterus 426.
— insignipennis 426.
— micator 425.
heracliana D. 509.
heteropalpus Ch. 270, 295.
heteroptera H. 616.
hippocastani M. 215 ff.
Hippodamia convergens 429.
— sinuata var. spuria 429.
hispidulus S. 427.
holorhoptra X. nov. spec. 641.
Hydrophilus 294.
Hylobius abietis 359.
Hypera 315.
— postica 314.

I

Ichneumon bilunulatus 202, 206.
— disparis 105, 139, 142.
— hemipterus 426.
— maculator 426.
— micator 425.
— nigritarius 185 ff.
— pachymerus 202, 206.
Ichneumonidae 421 ff.
imperfecta C. 429.
impotens T. 425.
incertus E. 424.
— T. 424 ff.
inguinalis Ph. 34
insignipennis H. 426.
instigator P. 139, 142.
intensicolor Ol. nov. spec. 652.
interpunctella Pl. 259, 295.
io V. 23
Ips acuminatus 569.
— amitinus 569 ff.
— cembrae 566 ff.
— Mannsfeldi 569.
— sexdentatus 451, 545 ff.
— typographus 546 ff.
italica L. 652.
italicus P. 509 ff.
Itoplectis maculator 426.
Ittys 633.

J

jacobaeae E. 611.
japonica P. 596.

K

Kontaktstäubemittel „Nemotan“ 679 ff.
Kornkäferbekämpfung 165 ff.
Krygeriola dolichoptera 642.
— Now. 657.

L

Lachnus grossus 115, 121.
lactis C. 253 ff.
lanestris E. 190.
lanigera E. 449.
lardaria P. 539.
laricella C. 359.
Lathromerella Gir. 652.
Lathromerella balcanica nov. spec. 653.
— — dolichoptera 657.
— — italica 652.
— — italica ssp. carpathica 652.
— — polonica hungarica nov. sp. 654.
Lathromeris 630.
Lathromeroides Girault 657.
Lema cyanella 426.
Lepidocyrtinus domesticus 177.
Leptis scolopacea 134.
leucarthros N. 426.
leucarthrus E. 426.
levantina Pt. 663.
Limneria tristis 424.
lineata S. 395.
lineatus A. 538 ff.
Liparis dispar 31.
liturata M. 190.
— S. 190, 193, 199, 200.
livida C. 538 ff.
lobicornis A. 673.
Locusta danica 664.
— migratoria 664 ff.
— migratoria migratorioides 665.
— m. manilensis 670.
— m. migratoria 671.
Locustana pardalina 665 ff.
locustarum C. 646.
longior T. 253 ff.
Lophyrus pini 359, 366.
Lucilia caesar 56.
lucorum C. 138, 142.
luna A. 421.
lundi A. 673.
lutescens P. 508 ff.
lutulenta Ol. (Epol.) 648.
Lydella nigripes 506 ff.
Lymantria dispar 460.
— monacha 160, 164, 362, 367, 679, 673.
Lytta vesicatoria 616.

M

Macaria liturata 190.
— signaria 190.

machaon P. 677.
marginatus S. 23.
Macrothylacia rubi 64.
maculator I. 426.
— P. 425ff.
malus Tr. 294.
Mannsfeldi I. 569.
marginalis D. 295.
maroccanus D. 665, 671, 673.
masovica Ab. nov. spec. 638.
Meigenia bisignata 506.
— floralis 506.
— mutabilis 506ff.
melanogaster Dr. 102.
Melanoplus mexicanus 665, 672.
— spp. 177.
mellifica A. 618, 668.
Melasoma tremulae 11ff.
Melolontha 455.
Melolontha hippocastani 215ff.
— melolontha 215, 235, 242.
Melyridae 429.
Mermis albicans 505ff.
Mesochorus nigripes 423ff.
Mesoleius ciliatus 508ff.
mexicanus M. 665, 672.
micator A. 425.
— H. 425.
— J. 425.
Microbracon tenuiceps 425.
Microgaster tibialis 426.
migratoria L. 664ff.
miniosa T. 190
molitor T. 590ff.
monacha L. 160, 164, 362, 367, 673, 679
monachae A. 138.
Monomorium pharaonis 173.
Monorthochaeta 630.
— galatica 630ff.
— — nigra 630.
— galatica subsp. obscuripes nov. ssp. 632.
monotricha Ab. nov. spec. 637, 640.
mori B. 42, 61, 144.
morio A. 138.
morosus C. 5, 32, 61.
— D. 179. 590ff.
murinus Ph. 421, 427.
muscivora E. 93.
mutabilis M. 506ff.
mycophagus T. 256, 261, 295.
Myelophilus 586.
Mymaridae 421, 646.

N

Nebria brevicollis 538ff.
Necremnus leucarthros 426.
— sp. 426.
nemorum Ph. 427.
Neobrachistella 633.
nervosa S. 360.
9 notata C. 429.
niger A. 538ff.
nigra M. 630.
nigripes L. 506ff.
— M. 423.
nigrirostris Ph. 322, 395ff., 427.
nigritarius I. 185ff.
nigriventris P. 424.
— St. 424.
Nomadacris septemfasciata 665, 672.
nubilalis P. 426.
nucum B. 457.

O

obscurus A. 538ff.
obsoleta H. 597, 607.
octosignatus B. 429.
Oligosita collina ssp. saturata nov. ssp. 645.
— cypriota Now. ssp. europea nov. ssp. 644.
— distinctum Silvestri ssp. gastrura nov. ssp. 651.
— girault 647.
— gracilior 663.
— haematoxantha nov. spec. 647.
— lutulenta nov. spec. 648.
— podolica Now. 663.
— intensicolor nov. spec. 652.
— sanguinea 427, 645.
— szelényi nov. spec. 645.
— Walk. 644.
Ophioneurinae Now. 652.
Ophioneurus Ratz. 661.
— xanthurus nov. spec. 661.
ophiopsis R. 522ff.
Oprohinus 213.
Oribatiden 177.
orientalis P. 61.
Orthoneurella Blood and Kryger 655.
Orthopteren 171.
oryzae C. 259, 295.
Otiorrhynchus 31, 538.

P

pachymerus I. 202, 206.
Palomena prasina 23.
Pammachus nigriventris 424.
Panolis flammea 192ff.
— griseovariegata 208.
Panzeria rudis 102, 142.
Papilio machaon 677.
Pappelblattkäfer 19ff.
Paramermis 425.
paranensis Sch. 665.
Parasetigena segregata 63ff., 104ff.
pardalina L. 665ff.
passularum A. 253.
Pedicoloides ventricosus 429.
Pemphigus spirothecae 297ff.
Pentatomiden 12.
Peridesmia aquigranensis 427.
— — phytonomi 421.
Perilampus italicus 509ff.
Perilissus lutescens 508ff.
Perilitus aetiops 427.
— secalis 427.

Periplaneta orientalis 61.
Pezomachus instabilis 423.
— transfuga 424.
pharaonis M. 173.
Philosomia cynthia 143.
Phlugiola dahlemica 171 ff.
Phlugiolae 172, 173, 176.
Phora 138.
Phorocera agilis 63, 104 ff.
Phosphuga atrata 538.
Phtirius inguinalis 34.
Phygadeuon 427.
Phillobius viridicollis 538.
Phillotreta nemorum 427.
— vittula 427.
phytonomi A. 425.
— — P. 421.
Phytonomus 315 ff., 423 ff.
— arator 427.
— murinus 421 ff.
— nigrirostris 322, 395 ff.
— posticus 314.
— punctatus 347, 407 ff.
— rumicis 426.
— trilineatus 322.
— variabilis 312 ff., 387 ff.
Phytoptus coryligallarum 452.
— pseudogallarum 452.
Pieris brassicae 486 ff., 590 ff.
— rapae 597 ff.
Pimpla 105, 139, 142.
— capulifera 139, 142.
— examinator 139, 142.
— instigator 139, 142.
— maculator 425 ff.
piniaria F. 190.
piniarius B. 185 ff., 359 ff., 679.
pinivora C. 359.
pini, Dendrolimus 359, 375.
— Diprion 366.
— L. 359, 366.
piniperda Tr. 190.
piricolla P. 35.
pityographus P. 563.
Pityophthorus pityographus 563.
platygaster Gl. 275.
Plectocrypus arrogans 202, 206.
Pleurotropis 426.
Plodia interpunctella 259, 295.
plumicornis C. 61.
Plusia cheiranthi 360.
— festucae 190.
— gamma 190.
pordolica Ol. Now. 663.
podromus A. 537.
Polietes lardaria 539 ff.
polonica hungarica L. nov. subspec. 654.
Polychrosis botrana 143 ff., 589 ff.
Popilia japonica 596.
Porthesia dispar 143.
Porthetria dispar 64, 164.
postica H. 314.
posticus Ph. 314.
prasina P. 23.
pratensis A. 427.
prima Ab. 640.
prosapiaria E. 193, 199, 200.
prunaria A. 190.
pseudogallarum A. 452.
— Ph. 452.
Psylla piricola 35.
Pterandrophysalis 633.
— levantina 663.
Pteromalidae 421 ff.
Pteromalus dynastes 425.
Pterostichus vulgaris 538 ff.
Ptychoptera 6.
pumilus S. 427.
punctatus Ph. 347, 407 ff.
punctulatus X. 537.
Pygostolus falcatus 427.
Pyrausta nubilalis 426.
Pyrrhocoris apterus 611 ff.

Q

quadripustulata W. 138.

R

Ranatra 6.
rapae P. 597 ff.
Reblaus 35.
reclusa Cl. 190.
Rhagio 539 ff.
Rhaphidia 517 ff.
— ophiopsis 522 ff.
Rhizoglyphus echinopus 268.
Rhogogaster viridis 507.
Rhynchites cupreus 214.
rostro serratus T. 295.
rubi M. 64.
rudis P. 102, 142.
rufa F. 276.
— rufo pratensis F. 115.
rufipes A. 537 ff.
rugosus A. 673.
rumicis Ph. 426.
rustica T. 506 ff.

S

salicis St. 64.
sambuci A. 308.
sanguinea Ol. 427, 645.
Sarcophaga 27, 138, 142.
— carnaria 138.
— Schützei 102, 138, 142.
— teretirostris 138.
— uliginosa 138.
Sarcoptidae 294.
Schistocerca gregaria 665 ff.
— paranensis 665.
Schützei S. 102, 138, 142.
Sciara sp. 177.
scolopacea L. 134.
Scolytus scolytus 586.
— sulcifrons 586.

secalis P. 427.
segregata P. 63ff., 104ff., 141.
Seidenspinner 12ff.
Semiadalia 429.
— undecimnotata 429.
Semiothisa liturata 190, 193, 199, 200.
— signaria 190.
septemfasciata N. 672.
— Sch. 665.
sexdens A. 673.
sexdentatus I. 451, 545ff.
signaria M. 190.
— S. 190.
Silvestri Z. 651.
similis Uf. subsp. megaloptila nov. ssp. 624ff.
Simyra nervosa 360.
sinuata H. var. spuria 429.
Siphunculata 374.
siro T. 268.
Sitona 427, 538.
— hispidulus 427.
— lineata 395.
— tineata 327.
Sminthuriden 8.
Spilocryptus pumilus 427.
spinarum A. 462.
— T. 463.
spinipes Gl. 253, 295.
spinitarsus C. 268ff.
Spintherus 421.
spirothecae P. 297ff.
Stabheuschrecken 5, 32.
Staphilinus 538.
Stenocryptus nigriventris 424.
stevenii G. 423.
Stilpnotia salicis 64.
striatus A. 673.
stridulum A. 10.
subcincta C. 422.
subexserta Aph. nov. spec. 660.
Suctoria 373.
sulcifrons Sc. 586.
sulcipennis E. 429.
suturalis C. 209, 213, 214.
Syromastes marginatus 23.
Syrrphiden 323.
Szelényia nov. gen. 633.
— tamaricis nov. spec. 633ff.
szelényi Ol. nov. spec. 645.

T

Tachina erucarum 506.
— impotens 425.
— rustica 506ff.
Tachinidae 105.
Tachininea 138.
Tachycines asynamorus 176.
Taeniocampa miniosa 190.
tamaricis Sz. 633.
telarius T. 180, 181.
tenax E. 10.
Tenebrio 258.
— molitor 590ff.
Tenebrionidae 429.
tenninervis Uf. nov. spec. 629.
Tenthredella flavicornis 507.
Tenthredo arcuata 507.
— centifoliae 463.
— colibri 463.
— flava 507.
— spinarum 463.
Tenthredopsis campestris 507.
— coqueberti 507.
— scutellaris 507.
tenuiceps M. 425.
tepidariorum Th. 176.
teretirostris S. 138.
Tetranychus telarius 180, 181.
Tetrastichidae 424.
Tetrastichus 425ff.
— bruchophagi 423.
— Eupelmus atropurpureus 425ff.
— incertus 424ff.
Tettigoniiden 171.
Theridion tepidariorum 176.
tibialis M. 426.
tineata S. 327.
Tipula 538.
Trachea piniperda 190.
Trachocera 633.
tremulae M. 11ff.
Trichodactylus anonymus 253, 273.
Trichogrammidae 624ff.
trilineatus Ph. 322.
tristis B. 424.
— C. 424.
— L. 424.
Trochilium apiforme 620ff.
Tumidiclava Girault 655.
— minuscula nov. spec. 655.
typographus I. 546ff.
Tyroglyphidae 295.
Tyroglyphus 294.
— farinea 268.
— longior 253ff.
— malus 294.
— mycophagus 256, 261, 295.
— siro 268.
Tyrolichus casei 268, 294.
Tyrophagus dimidatus 253.

U

Ufens dilativena nov. spec. 625ff.
— flavipes 629.
— similis subsp. megaloptila nov. ssp. 624ff.
— tenuinervis nov. spec. 629.
uliginosa S. 138.
undecimnotata S. 429.
urticae V. 12, 52, 590ff.

V

Vanessa io 23.
— urticae 12, 52, 590ff.
variabilis Ph. 312ff., 387ff.
— C. 314.
venustissima Ch. 270, 295.

vesicatoria L. 616.
vesicularis E. 423.
Vespa vulgaris 618.
viridicollis Ph. 538.
viridis A. 359.
— Rh. 507.
vittula Ph. 427.
vomitaria C. 93.
vulgaris P, 538ff.
— V. 618.

W

Wachsmotte, Große, 7.
— —, Kleine, 11ff.
Wanderheuschrecken 664.
Winthemia quadripustulata 138.
wollenweideri A. 673.

X

Xantholinus punctulatus 537.
Xiphogramma holorhoptra nov. spec. 641ff.

Z

zabińskii Ab. 636.
Zorontogramma Silvestri 651.

H 2 P

Soeben erschien Lieferung 4:

Handbuch der Pflanzenkrankheiten

VI. Band: Pflanzenschutz

Verhütung und Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten

Unter Mitwirkung zahlreicher Mitarbeiter herausgegeben von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. **O. Appel**

Band VI erscheint in 2 Halbbänden von zusammen 5 etwa gleichstarken Lieferungen

1. Lieferung. 1. Halbband. Seite 1—288, mit 7 Abbildungen. *RM. 16,20*

Inhalt der 1. Lieferung: Die wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes — Die Aufgaben des Pflanzenschutzes. I. Verhütung des Auftretens von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen (Hygiene). A. Kulturmaßnahmen. B. Entseuchungsmaßnahmen. C. Absperrmaßnahmen (Quarantäne). II. Die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten und -schädlinge (Therapie). A. Physikalische Bekämpfungsmaßnahmen.

2. Lieferung. 1. Halbband. Seite 289—576, mit 56 Abbildungen. *RM. 16,60*

Inhalt der 2. Lieferung: A. Physikalische Bekämpfungsmaßnahmen (Fortsetzung) — B. Chemische Bekämpfungsmaßnahmen. a) Chemische Pflanzenschutzmittel (I. Anorganische Grundstoffe, II. Organische Grundstoffe, III. Beistoffe). b) Biologische Prüfung von Pflanzen- und Vorratsschutzmitteln, c) Physikalische und chemische Prüfverfahren.

3. Lieferung. 1. Halbband. Seite 577—647. — 2. Halbband. Seite 1—208. *RM. 17,80*

Inhalt der 3. Lieferung: c) Physikalische und chemische Prüfverfahren (Schluß) — C. Biologische Bekämpfungsmaßnahmen, a) Verwendung von Mikroorganismen, b) Verwendung von Wirbeltieren, c) Verwendung von Insekten zur Bekämpfung von Schadinsekten, d) Verwendung von Insekten zur Bekämpfung von Unkräutern. — Die technischen Mittel des Pflanzenschutzes. A. Beizgeräte: I. Naßbeizgeräte, II. Trockenbeizgeräte. — B. Spritzgeräte: I. Handtragbare Spritzen, II. Rückentragbare Spritzen, III. Karrenspritzen, IV. Pferdefahrbare Spritzen ohne Motorantrieb, V. Motorbetriebene Spritzen und Füllpumpen, VI. Schlauchspritzeneinrichtungen, VII. Zubehörteile von Spritzgeräten, VIII. Geräte und Anlagen zur Herstellung und Verteilung von Spritzbrühe.

4. Lieferung. 2. Halbband. Seite 209—400. *RM. 11,60*

Inhalt der 4. Lieferung: Die technischen Mittel des Pflanzenschutzes. — B. Spritzgeräte: IX. Spritzen oder Stäuben? X. Leistungsversuch zwischen den verschiedenen Spritzsystemen, XI. Geräte zur Entfernung des Spritzbelags von Äpfeln und Birnen, XII. Gießgeräte. — C. Stäubegeräte: I. Behelfsmäßige Stäuber, II. Handtragbare Stäuber, III. Rücken- und bauchtragbare Stäuber, IV. Handfahrbare Stäuber, V. Pferdefahrbare Stäuber, VI. Zubehörteile, VII. Schutzgerät, VIII. Streugerät; Motorverstäuber: I. Fahrbare, II. Selbstfahrende, III. Motorverstäuber als Zusatzgeräte. — D. Flugzeug: I. Verstäuber vom Flugzeug aus, II. Verspritzen vom Flugzeug aus. — E. Vergasungs-, Vernebelungs- und Verbrennungsgeräte. — Die Bewertung des Saat- und Pflanzgutes: I. Die Feststellung übertragbarer parasitärer Krankheiten und Schädlinge am Saatgut, II. Die Prüfung der Echtheit und Reinheit widerstandsfähiger Sorten von landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. — Anbau und Züchtung krankheitsresistenter Sorten.

Die 5. (Schluß-) Lieferung des VI. Bandes erscheint 1940

1. Halbband. Seite 1—647, mit 63 Abbildungen. Gebunden RM. 46,—

VERLAG PAUL PAREY · BERLIN SW 11 · HEDEMANNSTRASSE 28/29

Druck von Hermann Beyer & Söhne (Beyer & Mann) in Langensalza
Printed in Germany